AUS DEM REICHE DER NATURWISSENSCHAFT

Aaron David Bernstein



Aus dem Reiche der Naturwissenschaft.

Für Jedermann aus dem Volke

von

A. Bernstein.

Erster Band.
Zweite Auflage.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
(W. Besser's Verlagshandlung.)
1858.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Ankündigung.

In und um uns gehen täglich die wunderbarsten natürlichen Prozesse vor sich, mit einer solchen Regelmäßigkeit aber, daß dieselben sich unserer Aufmerksamkeit fast ganz entziehen. Erst Störungen in denselben pflegen unser Auge auf dieselben zu lenken, am schmerzlichsten, wenn diese Störungen unsern eigenen Lebensprozeß betreffen, wenn wir krank sind. Gewiß haben solche Störungen in dem Gedeihen der Thier- und Pflanzenwelt auch für das ganze menschliche Geschlecht den ersten Anstoß zu einer denkenden Naturbetrachtung gegeben, und durch eine aufmerksame Beobachtung hat dann die Wissenschaft auch den regelmäßigen, alltäglichen Gang der Natur kennen und mehr und mehr begreifen gelernt. Nun muß aber gewiß jeder Einzelne streben, diesen Standpunkt der Wissenschaft auch für sich zu erreichen, soweit seine eigenen Kräfte dies gestatten. Es erscheint ja einerseits schon des Menschen unwürdig, sich nicht einmal von den Bedingungen seines eigenen Lebens und den Gesetzen der Naturkräfte, deren er sich täglich bedient, Rechenschaft ablegen zu können, andererseits würde eine solche Vernachlässigung aber auch von empfindlichem Nachtheil für sein äußeres Wohlbefinden begleitet sein; denn wie sehr größere Gesundheit, erweiterte Herrschaft über die Natur und mit diesen eine größere Schönheit und Behaglichkeit des menschlichen Lebens als unmittelbare Folge einer allgemein verbreiteten Kenntniß der Naturgesetze sich einstellen, bedarf heut zu Tage keines Beweises mehr. — Je weniger aber trotzdem die frühere und zum Theil auch noch die jetzige Schulbildung auf dies Ziel gerichtet gewesen, um so mehr ist es die Aufgabe einer volksthümlichen Literatur, jedem Alter und jeder Bildungsstufe die Gelegenheit zu bieten, seine Kenntnisse nach dieser Seite hin zu erweitern. Inwieweit es den in der ersten Sammlung dieser Volksbücher enthaltenen 18 Bänden gelungen ist, diese Aufgabe wenigstens annähernd zu lösen,

*

mag aus den nachstehenden Urtheilen der deutschen Presse über dieselben, sowie aus dem Umstande geschlossen werden, daß die Bernstein'schen Arbeiten vielfältig in deutschen Zeitschriften abgedruckt und bereits in mehrere fremde Sprachen übersetzt worden sind.

Uebersicht der Naturwissenschaftlichen Volksbücher.

I—III. A. Bernstein, aus dem Reiche der Naturwissenschaft. 1—3.

1. Die Geschwindigkeit. — Die Schwere der Erde. — Die Ernährung. — Das Licht und die Entfernung. — Die Wunder der Astronomie. — Zur Witterungskunde. — Von der Blüthe und Frucht. — Die Nahrungsmittel für das Volk. . . . . 11 Bogen. geh. 10 Sgr.
2. Etwas vom Erdleben. — Vom Instinkt der Thiere. 13 Bogen. geh. 10 Sgr.
3. Ein wenig Chemie. . . . . . 12 Bogen. geh. 10 Sgr.

IV—IX. J. Johnston, die Chemie des täglichen Lebens, deutsch bearbeitet von Th. O. G. Wolff. 2 Bände in 6 Heften. 1 Thlr. 15 Sgr.

X—XVIII. A. Bernstein, aus dem Reiche der Naturwissenschaft. 4—12.

4. Von den geheimen Naturkräften. I. 14 Bogen. geh. 10 Sgr.
5. Von den geheimen Naturkräften. II. 11 Bogen. geh. 10 Sgr.
6. Von der Entwickelung des thierischen Lebens. — Nutzen und Bedeutung des Fettes im menschlichen Körper. — Nur eine Schiebe-Lampe. . . 11 Bogen. geh. 10 Sgr.
7. Wandelungen und Wanderungen der Natur. — Von der Geschwindigkeit des Lichtes. — Ueber Bäder und deren Wirkung. . . . . 10 Bogen. geh. 10 Sgr.
8. Vom Leben der Pflanzen, der Thiere und der Menschen. I. 10 Bogen. geh. 10 Sgr.
9. Vom Leben der Pflanzen, der Thiere und der Menschen. II. 11 Bogen. geh. 10 Sgr.
10. Die praktische Heizung. . . . 10 Bogen. geh. 10 Sgr.
11. Eine Phantasie-Reise im Weltall. 11 Bogen. geh. 10 Sgr.
12. Der Mensch wie er ist — und was er erfindet. 12 Bogen. geh. 10 Sgr.

Berlin, im April 1858.

Franz Duncker.
(W. Besser's Verlagshandlung.)

Die Geschwindigkeit.

I. Die Geschwindigkeiten der Naturkräfte.

Wenn man sonst von der Geschwindigkeit sprach, mit welcher das Licht die Räume durchfliegt, so hielten es Viele für eine Fabel oder eine wissenschaftliche Uebertreibung. Jetzt, wo man täglich Gelegenheit hat, die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes am elektromagnetischen Telegraphen zu bewundern, jetzt leuchtet es auch wohl Allen ein, daß es Naturkräfte giebt, die in unbegreiflichen Geschwindigkeiten sich durch den Raum fortpflanzen.

Ein Draht, der eine Meile lang ist und an einem Ende elektrisirt wird, ist in demselben untheilbaren Augenblick auch am andern Ende elektrisch. Das sind Dinge, von denen man jetzt Jeden durch den Augenschein überzeugen kann, und daraus ersieht denn auch der Ungläubigste, daß das, was man elektrische Kraft nennt, oder die Veränderung, welche ein elektrisirter Draht an einem Ende erleidet, sich eine Meile weit im Nu fortpflanzt, als wenn eine Meile nur ein Zoll wäre.

Die Beobachtung lehrt aber noch weit mehr. Die Geschwindigkeit, mit welcher die elektrische Kraft sich mittheilt, ist so groß, daß, wenn man hier in Berlin einen Draht elektrisirt, der bis Paris hin und wieder zurück nach Berlin geht, die elektrische Erscheinung an einem Ende des Drahtes in demselben Augenblick sich zeigt, wo das andere Ende elektrisirt ist. Hieraus folgt, daß sich die

elektrische Kraft so geschwind fortpflanzt, daß sie dreihundert Meilen in eben so unmerklich schneller Zeit durchläuft als eine einzige Meile. — Die Erfahrung hat aber noch weit mehr gelehrt. So weit man auch Strecken auf der Erde durch telegraphische Drähte verbunden hat, immer ist noch das Resultat gewesen, daß die Zeit, welche die elektrische Kraft gebraucht, diese Strecken zu durchlaufen, ganz unmerklich klein war, so daß man sagen kann, es geschehe dieses Durchlaufen in einem untheilbaren Augenblick.

Man sollte nun glauben, daß es eigentlich gar kein Durchlaufen wäre, das heißt, daß die Wirkung von einem Ende des Drahtes zum andern gar nicht nach und nach erfolge, sondern wirklich in einem und demselben Moment wie durch einen Zauber geschehe; dies ist aber nicht der Fall.

Man hat sinnreiche Versuche angestellt, die Schnelligkeit der elektrischen Wirkung zu messen und es ist nunmehr ganz unzweifelhaft erwiesen, daß sie wirklich eine Zeit braucht, um sich von einem Orte nach dem andern fortzupflanzen, und daß diese Zeit nur darum so unmerklich für uns ist, weil alle Strecken, die man bisher durch Telegraphen verbunden hat, noch viel zu klein sind, um die Zeit merklich zu machen, die die Wirkung braucht, um von einem Ende zum andern zu gelangen.

Ja, wenn man die ganze Erde ringsum mit einem Draht umgeben wollte, so würde dieser dennoch zu kurz für die gewöhnliche Beobachtung sein, weil die elektrische Kraft auch diese Strecke von 5400 Meilen in dem zehnten Theil einer Sekunde durchlaufen würde.

Die sinnreichen Versuche haben ergeben, daß die elektrische Kraft sich in einer Sekunde an 60,000 Meilen weit bewegt.

Wie aber hat man dies ausmessen können?

Denjenigen, die ein wenig Nachdenken nicht scheuen, wollen wir versuchen, die Art, wie man die Messung

gemacht hat, deutlich darzustellen, obgleich eine ganz deutliche Darstellung mit wenig Worten wirklich sehr schwierig zu machen ist. —

II. Wie kann man die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes messen?

Um es deutlich zu machen, wie man die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes zu messen im Stande ist müssen wir vorerst Folgendes voranschicken.

Jedesmal wenn man einen Draht, sei es durch eine Elektrisirmaschine oder durch einen galvanischen Apparat, elektrisch macht, sieht man im Augenblick, wo er die Maschine oder den Apparat berührt, einen hellen Funken an der Drahtspitze. Eben einen solchen Funken sieht man aber auch am andern Ende des Drahtes, wenn man einen andern Apparat mit ihm in Berührung bringt. Wir wollen den ersten Funken den Eintritts-Funken, den andern den Austritts-Funken nennen.

Legt man nun einen Draht von vielen Meilen Länge hin und bringt das andere Ende wieder zurück, wo sich der Anfang des Drahtes befindet, so kann ein Beobachter beide Funken zugleich sehen.

Es läßt sich nun leicht einsehen, daß der Austrittsfunke eigentlich später erscheint als der Eintrittsfunke, und zwar um so viel später, als der elektrische Strom Zeit brauchte, vom Anfang des Drahtes bis zu seinem Ende zu laufen. Allein das Menschenauge ist trotz aller Versuche, die man angestellt hat, um zu sehen, ob wirklich der Austrittsfunke später kommt, nicht im Stande, die Verspätung wahrzunehmen. Hieran ist sowohl die Nachempfindung des Auges schuld, welche es macht, daß man Gegenstände, die man nur einen Augenblick sieht, viel länger zu sehen glaubt, als auch die ungeheure Schnelligkeit, mit welcher der Aus-

trittsfunke auf den Eintrittsfunken folgt und durch welche Jedermann zu dem Glauben veranlaßt wird, daß beide Funken zugleich erscheinen.

Man ist aber durch ein sehr sinnreiches und außerordentlich vortreffliches Mittel der Schwäche unseres Auges zu Hilfe gekommen.

Es verlohnt sich der Mühe, das Nachstehende mit Aufmerksamkeit zu lesen, denn die sinnreiche Art, wie man den Versuch angestellt hat, wird sicherlich Jeden erfreuen, der sie zum erstenmal kennen lernt.

Jedermann wird schon die Bemerkung gemacht haben, daß, wenn man in einen Spiegel blickt und ihn ein wenig dreht, es so aussieht, als ob die Gegenstände im Spiegel sich bewegen. —

Will man nun die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes messen, so stellt man die beiden Enden eines sehr langen Drahtes so auf, daß einer über den andern steht. Beobachtet man nun mit bloßem Auge, so sieht man beide Funken in einer Linie so unter einander, daß die Funken aussehen, wie der Doppelpunkt den wir hier hersetzen (:).

Wer jedoch die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes messen will, der sieht nicht mit dem bloßen Auge auf die Funken, sondern er blickt in einen kleinen Spiegel, der durch ein Räderwerk außerordentlich rasch um eine aufrecht stehende Axe gedreht wird, und sieht wie sich die beiden Funken, durch den Spiegel gesehen, ausnehmen. Hat man den Apparat gut eingerichtet und thut man dies, so bemerkt man, daß die Funken, durch den Spiegel gesehen, nicht grade über einander stehen, sondern daß sie verschoben sind und etwa so aussehen (.·).

Woher kommt das?

Das kommt daher, daß eine kleine Zeit nach dem Erscheinen des Eintritts-Funken vergeht, bevor der Austritts-Funke erscheint. In dieser kurzen Zeit hat sich der Spiegel

ein wenig gedreht und man sieht durch den Spiegel den Austritts-Funken so, als hätte er sich von dem Eintritts-Funken seitwärts fortbewegt.

Durch den Spiegel also merkt man die Zeit, die die Elektricität braucht, um von einem Ende des Drahtes zum andern zu kommen; und ein wenig Nachdenken wird den Leser schon darauf führen, daß man auch die Zeit genau bestimmen kann, sobald man nur die Länge des Drahtes, die Geschwindigkeit mit der der Spiegel sich in einer Sekunde dreht, kennt, und wenn man genau ausmißt, wie groß die Strecke ist, die sich der Austritts-Funke vom Eintritts-Funken seitwärts fortschiebt, wenn er durch den Spiegel beobachtet wird.

Genaue Versuche dieser Art, von dem englischen berühmten Naturforscher Wheatstone ausgeführt, haben nun ergeben, daß der elektrische Strom an 60,000 Meilen in einer Sekunde durchläuft.

In neuerer Zeit haben die Naturforscher Walker und Gould in Nordamerika einen andern Versuch über die Geschwindigkeit der elektrischen Ströme angestellt und sind zu einem Resultat gekommen, das wesentlich von dem obigen abweicht. Aus ihren Versuchen ergab sich, daß der elektrische Strom in einer Sekunde nur etwa 4000 Meilen durcheilt.

Wir haben indessen Ursache auf die Forschungen Wheatstones einen höhern Werth zu legen, als auf die von Walker und Gould, da diese sich zu ihrer Messung telegraphischer Apparate bedienten, in welchen die Anziehungen von Elektromagneten die Hauptrolle spielten und es eine bekannte Thatsache ist, daß stets eine geringe Zeit vergeht, bevor ein Stück Eisen durch einen elektrischen Strom magnetisch wird.

Die Versuche der amerikanischen Naturforscher sind indessen jedenfalls höchst interessant und sinnreich, und

wir wollen dieselben im fünften Bändchen unserer Volksbücher näher darstellen, wo wir von der Telegraphie sprechen werden. — Aber selbst 4000 Meilen in einer Sekunde ist eine Geschwindigkeit, die den Lauf der Erde um die Sonne tausendmal übertrifft, und übersteigt schon so sehr unser Vorstellungsvermögen, daß wir fast sagen möchten, es sei eine noch größere Geschwindigkeit für unsere Begriffe schon gleichgültig.

Die Schwere der Erde.

I. Wie viel Pfund wiegt die ganze Erde.

Die Naturforscher haben über Dinge nachgedacht und Dinge erforscht, die oft dem gewöhnlichen Manne wie eine Fabel vorkommen. Zu diesen Dingen gehört auch wohl die Frage: wie viel Pfund wiegt die ganze Erde?

Zwar sollte man meinen, daß man dies sehr leicht beantworten kann. Man möchte die erste beste Zahl hinsagen und sicher sein, daß kein Mensch eine Waagschale herbeischleppen und nachwiegen wird, ob kein Loth daran fehlt. Allein die Frage ist keineswegs ein Scherz und die Antwort ist kein Schwang, sondern es ist beides von wirklichem wissenschaftlichem Interesse. Die Frage ist an sich eben so wichtig, wie die Antwort, die man jetzt zu geben im Stande ist, richtig ist.

Man weiß, wie groß die Erdkugel ist; nun sollte man glauben, daß es leicht sei, zu wissen, wie schwer sie ist. Man brauchte nämlich nur eine kleine Kugel aus Erde zu machen, die man genau wiegen kann; sodann könnte man berechnen, um wieviel Mal diese Kugel kleiner ist als die Erde und hiernach ließe es sich fast an den Fingern herzählen, daß wenn z. B. die gemachte Kugel einen Centner wiegt, die so und so vielmal größere Erdkugel so und so viel Centner wiegen müsse.

Allein dieses Verfahren würde sehr leicht irre führen und gar kein Resultat geben. Es käme nämlich darauf an,

woraus man die kleine Kugel macht. Macht man sie aus loser Erde, so würde sie leicht wiegen, nimmt man Steine hinein, so würde sie schwerer, würde man ja Metalle hineinthun, so würde sie je nach dem Metall noch bei weitem schwerer ins Gewicht fallen.

Will man also aus dem Gewicht der kleinen Kugel, das Gewicht der Erdkugel berechnen, so muß man vorerst wissen, woraus denn eigentlich die Erdkugel besteht, ob Steine oder Metalle oder ganz unbekannte Dinge oder gar leere Höhlen in ihr sind, oder ob sie vielleicht gar nichts als eine hohle Kugel ist, auf deren äußerer Schaale wir leben. —

Man wird wohl bei einigem Nachdenken einsehen, daß die Frage: wie viel Pfund wiegt unsere Erde, eigentlich darauf hinausgeht, zu erforschen, woraus durchschnittlich diese Erdkugel besteht, und das ist schon eine Frage, die mehr wissenschaftlich klingt.

Diese Frage ist in neuester Zeit gelöst worden, und man hat als Resultat gefunden, daß die Erde 14 Quadrillionen Pfund schwer ist, daß sie durchschnittlich aus einer Masse besteht, die etwas leichter ist als unser Eisen, daß sie an der Oberfläche leichtere Massen an sich hat und nach der Tiefe zu an schweren Massen zunimmt und endlich, daß sie wohl viele einzelne Höhlen in sich hat, aber selbst keineswegs eine Hohlkugel ist.

Die Art und Weise, wie man im Stande war, dies wissenschaftlich zu erforschen, wollen wir so kurz und deutlich es nur angeht, darzulegen suchen.

II. Der Versuch die Erde zu wiegen.

Das Mittel ist einfacher, als man es augenblicklich denken mag, die Ausführung aber war schwieriger, als der, der es weiß vermuthen sollte.

Seit der großen Entdeckung des unsterblichen englischen Naturforschers Newton wußte man, daß alle Himmelskörper auf einander eine Anziehung ausüben und daß diese Anziehung desto größer, je größer die Masse des Himmelskörpers ist, der sie ausübt. Aber nicht allein die Himmelskörper, wie Sonne, Erde, Mond, Planeten und Fixsterne, sondern alle Körper haben eine Anziehungskraft, die immer wächst, sobald der Körper an Masse zunimmt. Um dies deutlich zu machen, können wir ein Beispiel anführen. Ein Pfund Eisen wirkt anziehend auf einen in seiner Nähe befindlichen kleinen Körper; zwei Pfund Eisen wirken grade noch einmal so stark in der Anziehung. Mit einem Worte gesagt: Je schwerer das Gewicht eines Dinges ist, desto stärkere Anziehungskraft übt es auf andere Dinge aus, die in seiner Nähe sind.

Kennt man also die Anziehungskraft eines Körpers, so kennt man auch sein Gewicht. Ja man wäre im Stande, alle Waagschaalen zu missen, wenn man nur im Stande wäre, die Anziehungskraft jedes Körpers genau genug zu messen. Dies aber ist nicht möglich. Die Erde nämlich ist eine so große Masse und hat also eine so starke Anziehungskraft, daß sie alle Gegenstände, die wir von andern Massen anziehen lassen wollen, zu sich herabzieht. Wenn wir also in die Nähe einer noch so großen eisernen Kugel eine kleine bringen wollten, damit sie von der großen angezogen werde, so wird die kleine Kugel sofort, wie wir sie loslassen, zur Erde fallen, weil die Anziehungskraft der Erde viel, viel Mal größer ist, als die der größten eisernen Kugel und zwar so viel Mal größer, daß die Anziehung der eisernen Kugel gar nicht merkbar wird.

Die Naturwissenschaft hat aber gelehrt, daß man die Anziehung der Erde sehr genau messen kann, und zwar durch ein sehr einfaches Instrument, durch ein Pendel, wie ihn unsere Wanduhren haben. Wenn ein Pendel aus

seinem Ruhepunkt, wo es der Erde am nächsten ist, entfernt wird, so eilt es mit einer gewissen Geschwindigkeit zurück zu diesem Ruhepunkt. Weil es aber einmal im Lauf ist und nicht still halten kann, entfernt es sich wieder auf der andern Seite von der Erde. Allein die Anziehungskraft der Erde zieht es wieder zurück und läßt es seinen Weg noch einmal beschreiben und so geht es hin und zurück mit einer Geschwindigkeit, die zunehmen würde, wenn die Masse der Erde zunehmen oder abnehmen würde, wenn die Masse abnehmen würde. Da man nun sehr genau die Geschwindigkeit eines Pendel messen kann, indem man die Zahl der Schwingungen zählt, die ein Pendel in einem Tage macht, so hat man auch die Anziehungskraft der Erde durch Rechnung sehr genau bestimmen können.

Es wird bei etwas Nachdenken Jedem klar werden, daß man sofort das bestimmte Gewicht der Erde wissen kann, sobald es gelingt, eine Vorrichtung zu finden, wodurch man ein Pendel von einer bestimmten Masse anziehen und dadurch hin und her schwingen läßt, z. B. von einer centnerschweren Kugel, in deren Nähe man ein Pendel bringt.

In der That hat man es so gemacht und das gewünschte Resultat gefunden. Allein so leicht war dies eben nicht und deshalb wollen wir im künftigen Artikel, womit wir dies Thema vorerst beschließen, eine nähere Beschreibung dieses interessanten Versuches unsern denkenden Lesern geben.

III. Beschreibung des Versuchs, die Erde zu wiegen.

Der englische Naturforscher Cavendish machte zuerst den Versuch, die Anziehungskraft großer Massen genau zu bestimmen. Seine erste Sorge war hierbei die Anziehungskraft der Erde für seinen Apparat unwirksam zu machen, und er that dies in folgender Weise.

Auf die Spitze einer aufrechtstehenden Nadel legte er

wagrecht eine feine Stahlstange, die ganz in derselben Weise sich nach rechts und links drehen konnte, wie ein Magnet im Compas. Nun brachte er an beiden Enden der Stahlstange zwei kleine Kugeln aus Metall an, die gleich schwer waren, wodurch die Stahlstange auf jeder Seite gleich stark von der Erde angezogen wurde und daher immer wagrecht liegen blieb, wie der Balken einer Wage, wenn gleiche Gewichte in den Schalen liegen. Dadurch wurde zwar die Anziehungskraft der Erde nicht aufgehoben, aber sie wurde durch die Gleichheit der Gewichte ausgeglichen und also für seinen Apparat unwirksam.

Nunmehr stellte er zwei große sehr schwere Metallkugeln so zu beiden Seiten der Stahlstange auf, daß die kleinen Kugeln an der Stange ihnen sehr nahe waren, ohne sie jedoch zu berühren. Die Anziehungskraft der großen Kugeln begann nun zu wirken und zog die kleinen Kugeln so an, daß sie in der nächsten Nähe der großen Kugeln ruhen blieben. Wenn der Beobachter nun durch einen leisen Stoß die kleinen Kugeln von ihrem Ruhepunkt entfernte, so zogen die großen Kugeln die kleinen wieder zurück; aber da sie im Lauf nicht inne halten konnten, gingen sie über den Ruhepunkt hinaus, wurden dann wiederum zurück angezogen und begannen ebenso gegen die großen Kugeln zu pendeln, wie ein Pendel es thut, wenn die Erde darauf die Anziehungskraft ausübt. Freilich war diese Anziehungskraft außerordentlich schwach gegen die der Erde und deshalb war auch die Schwingung dieses Pendels bei weitem langsamer, als die des gewöhnlichen Pendels; aber gerade dies mußte auch sein, und aus der Langsamkeit der Schwingung oder aus der geringen Zahl der Schwingungen im Verlauf eines Tages berechnete Cavendish das wirkliche Gewicht der Erde.

Allein solch ein Versuch ist mit außerordentlichen Schwierigkeiten verbunden, denn auch nur die leiseste Aus-

dehnung der Kugeln oder der Stange durch die Wärme ändert das Resultat, auch mußte er in einem Raume vorgenommen werden, wo zu allen Seiten des Gebäudes gleiche Gewichtsmassen vorhanden sind. Ferner durfte auch der Beobachter nicht in der Nähe sein, damit er nicht eine Anziehung, also eine Störung verursache. Endlich mußte die Luft in der Nähe nicht in Bewegung gesetzt werden, damit sie nicht das Pendeln störe, und schließlich war es nothwendig, nicht nur genau Größe und Gewicht der Kugeln zu bestimmen, sondern auch die Kugelgestalt aufs allerschärfste genau zu machen und dafür zu sorgen, daß auch der Schwerpunkt der Kugeln der wirkliche Mittelpunkt derselben sei.

Alle diese großen Schwierigkeiten zu beseitigen, bedurfte es ungeheurer Sorgfalt und außerordentlicher Kosten. Der Naturforscher Reich in Freiberg hat sich der unendlichen Mühe zur Beseitigung dieser Schwierigkeiten unterzogen, und seinen Beobachtungen und Rechnungen verdankt man das Resultat, das er dahin ausgesprochen, daß die Gesammtmasse der Erde nahe fünf und ein halb Mal schwerer ist, als eine eben so große Kugel aus Wasser wäre 2c., oder wissenschaftlicher ausgedrückt: Die Dichtigkeit der Erde ist fast fünf und ein halb Mal größer als die des Wassers. Hieraus ergiebt sich denn das wirkliche Gewicht der Erde auf nahe 14 Quadrillionen Pfund, und hieraus folgt, daß die Erde aus immer dichtern Massen besteht, je näher man dem Mittelpunkt kommt, und daß sie also keine Hohlkugel sein könne.

Wenn man bedenkt, daß bis zum Mittelpunkt der Erde 800 Meilen weit ist, und daß man durch Ausgrabungen noch nicht einmal eine Meile tief gekommen ist, so hat man Ursache, stolz zu sein auf Forschungen, die mindestens theilweise die unerforschlichen Tiefen der Erde dem Menschengeist enthüllen.

Die Ernährung.

I. Nichts als Milch.

Denke dir einen Menschen, der mit dem schärfsten Verstand begabt ist, der es aber nicht aus Erfahrung weiß, daß Säuglinge wachsen und zu großen Menschen werden, und stelle dir einmal vor, was er dazu sagen würde, wenn du ihm Folgendes erzähltest:

Wisse es, daß dieses kleine Wesen, was du hier siehst, ein Säugling ist, das heißt ein angehender Mensch, der nach und nach dicker und breiter und größer und schwerer wird. Die weichen Knochen seines Körpers werden immer fester und immer stärker und immer länger und immer kräftiger werden. Die Muskeln, die diese Knochen bewegen, werden gleichfalls zunehmen an Größe, an Masse und Ausdehnung. Dasselbe wird mit Augen, Ohren, Nase, Mund überhaupt mit Kopf, Rumpf und Füßen geschehen, denn jedes Glied dieses kleinen Leibes wird sich entwickeln und immer weiter entwickeln und ausbilden, bis das Kind ein ganzer fertiger Mensch ist.

Ohne Zweifel wird derjenige, der all' dieses nicht schon aus Erfahrung weiß, voller Unglauben den Kopf schütteln.

Wie aber, wenn du ihm sagtest: „all das Wachsen und Gedeihen und Entwickeln und Größer- und Schwererwerden kommt davon her, daß der Säugling mit seinem Munde aus der Brust der Mutter einen weißen Saft einsaugt und verschluckt, den man Milch nennt, und aus

dieser Milch wird im Innern des Säuglings all' das fabrizirt, woraus der anwachsende Körper besteht," — gewiß, dein Zuhörer würde dir ins Gesicht lachen und dich einen leichtgläubigen Thoren schelten.

Wie? würde er sagen, ist denn in dieser Milch Fleisch vorhanden? Kann man denn aus Milch Knochen machen, kann sich denn Milch in Haare verwandeln, können denn aus Milch Nägel und Zähne gemacht werden? Soll ich mir einreden lassen, daß aus Milch gar auch Auge wird? Daß aus Milch ein Fuß, eine Hand, eine Backe, ein Augenlied und all die hundert Dinge dieses Körpers fabrizirt werden können?

Wenn du ihm hierauf sagtest: Ja! es ist so! Im Innern dieses kleinen Geschöpfes ist eine Fabrik, die nicht nur all dieses macht, sondern noch weit mehr. In dieser Fabrik werden Knochen und Haare und Zähne und Nägel und Fleisch und Blut und Adern und Nerven und Häute und Säfte und Wasser sogar fabrizirt und all dies macht die Fabrik aus Milch und in der ersten Zeit sogar aus nichts als aus Milch — wahrlich, dein Zuhörer, und hätte er den Verstand der allerverständigsten Menschen in seinem Kopfe, er würde seine Hände über seinen klugen Kopf zusammenschlagen und würde dich himmelhoch anflehen, ihm zu sagen, woraus denn eigentlich diese Fabrik ist? Wie viel Dampfkessel, wie viel Cylinder, wie viel Ventile, wie viel Drähte, wie viel Schaufeln, wie viel Räder, wie viel Pumpen, wie viel Haken, wie viel Zapfen, wie viel Speichen, wie viel Kolben drin sein mögen? und hauptsächlich: ob all diese wunderbare Maschinerie aus Stahl oder Holz oder Gußeisen oder Gold oder gar aus Diamanten gemacht ist.

Wie aber, wenn du ihm sagtest: es ist nichts von alledem, wie du es dir vorstellst, darin. Alles, was du schon im Leben von künstlichen Fabriken gesehen hast, hat

keine Aehnlichkeit mit dieser Fabrik. Ja, ich muß dir's nur sagen, daß diese Fabrik selber nicht eine fertige Fabrik ist, sondern sie selber wächst und wird immer größer und schwerer, ganz so wie der Körper dieses Geschöpfes; auch besteht diese Fabrik nicht aus Eisen oder Stahl, oder Gold oder Diamant, sondern diese Fabrik fabrizirt sich in jedem Augenblick selber und zwar wiederum aus Nichts, als aus einem Theil derselben Milch, die das Kind trinkt. — Gewiß, dein Zuhörer würde anfangen, an seinem Verstande irre zu werden und würde ausrufen: Was ist der Verstand aller Verständigen, was ist Einsicht aller Einsichtigen, was ist die Weisheit aller Weisen gegen ein Wenig Muttermilch!

Und doch weißt du, mein lieber Leser, daß Muttermilch nichts ist als Milch, und daß Milch nichts ist als ein Mittel der Ernährung, und Ernährung wiederum nichts ist als Theil der Lebensthätigkeit des menschlichen Körpers.

Darum aber, hoffe ich, wirst du mir deine Aufmerksamkeit schenken, wenn ich es in einigen Artikeln versuchen will, von der Ernährung des menschlichen Körpers zu sprechen.

II. Der Mensch, die verwandelte Speise.

Wir wollen von der Ernährung des menschlichen Körpers sprechen; aber wir müssen uns erst klar machen, was ist denn eigentlich Ernährung?

Weshalb ist man genöthigt, Nahrung zu sich zu nehmen?

Freilich weiß jedes Kind, daß der Hunger dazu nöthigt. Allein es wird wohl Jeder wissen, daß man sich vor Allem fragen muß, woher denn der Hunger kommt? daß man also erst den Hunger näher kennen lernen muß, bevor man begreift, was Nahrung ist.

Um aber dieses klar zu machen, ist es nöthig, daß

man sein Augenmerk noch auf etwas anderes richte, das nicht weniger ein Wunder ist wie die Ernährung, und das ist dasjenige, was man wissenschaftlich mit dem Namen Stoffwechsel bezeichnet.

Es ist nämlich eine Thatsache, daß nichts im menschlichen Körper auch nur einen Augenblick so bleibt, wie es ist, sondern daß ein fortwährender Umtausch in jedem Theil des Körpers stattfindet. Man athmet Luft ein und athmet Luft aus! aber die Luft, die man einathmet, ist anders als die Luft, die man ausathmet. Es hat mit diesem Vorgang ein Stoffwechsel stattgefunden, ein Umtausch, wodurch ein neuer Stoff in den Körper hineinkam und ein gebrauchter Stoff hinausgeworfen wurde.

Dieser Stoffwechsel, den wir bei anderer Gelegenheit noch näher kennen lernen werden, ist aber eine hauptsächliche Nothwendigkeit des Körpers und seines Lebens; denn dieser besteht eigentlich nur in einem unausgesetzten Umtausch. Er ist gezwungen, Stoffe, die Theile seines Leibes waren, von sich zu geben und darum genöthigt, neue Stoffe in sich aufzunehmen und den Verlust zu ersetzen. Es ist daher nichts Uebertriebenes darin, wenn man sagt, daß sich der Mensch fortwährend erneuet, denn in der That verlieren wir in jedem Augenblick Theile unseres Leibes und erhalten neue. Ja, man hat berechnet, wie in sieben Jahren der gesammte Körper des Menschen ein ganz neuer und in ihm auch nicht ein Stäubchen mehr von demselben Stoff vorhanden ist, den er ehedem vor sieben Jahren an sich hatte.

Der regelmäßige Stoffwechsel aber setzt voraus, daß es im Körper des Menschen so hergehe, wie bei einem soliden Tauschgeschäft, wo man in demselben Maße einnehmen muß, so wie man ausgiebt. Da man aber genöthigt ist, unwillkürlich auszugeben und der Mensch so Verluste erleidet an seinem Körper, indem schon beim

Ausathmen gewisse Stoffe fortgehen, die er neu ersetzt haben muß, so ist dieser Stoffwechsel die Ursache, daß der Körper das Gefühl des Mangels besitzt. Er hat ausgegeben und nichts eingenommen. — Dies wird in ganz eigener Weise empfunden, kommt uns als Hunger zum Bewußtsein, und nöthigt uns so viel einzunehmen, wie wir ausgegeben haben.

Ernährung also ist ein Ersetzen von fortwährend vor sich gehenden Verlusten an Körpertheilen und ist in der That nichts anders als eine höchst wunderbare Umwandlung, in welcher aus Speisen wirklich menschlicher Körper gemacht wird.

Ein Mensch, den man vor sich sieht, besteht leiblich nicht eben aus einem Wesen, das nur Speisen verzehrt hat, sondern er selber ist mit Haut und Haar und Knochen und Gehirn und Fleisch und Blut und Nägeln und Zähnen — er ist nichts als seine eigene verzehrte und verwandelte Speise!

III. Was für wunderliche Speisen wir essen.

Der Mensch ist also leiblich nichts als verwandelte Speise!

Dieser Gedanke kann uns Schrecken machen, kann für unsere Gefühle entsetzlich sein; aber er ist wahr, vollkommen wahr. Der Mensch besteht leiblich nur aus solchen Stoffen, die er aufgegessen hat; er ist thatsächlich die lebendig gewordene, von ihm selber aufgegessene Speise!

Ein Kind lebt von der Muttermilch, das heißt in Wahrheit: es ist mit Kopf und Rumpf und Hand und Fuß eine verwandelte lebendig gewordene Muttermilch. — Ja, so sonderbar es klingt, so ist es doch ganz richtig, daß die lebendig gewordene Muttermilch wiederum neue Muttermilch verzehrt und immerzu verbrauchte Muttermilch

durch das Ausathmen und Verdunsten und das Ausscheiden von Stoffen aus sich entfernt.

Da dies vollkommen wahr ist, so läßt sich mit Leichtigkeit übersehen, daß, wenn man chemisch die Speisen genau kennt, man auch weiß, aus welchen chemischen Stoffen der Mensch besteht; und umgekehrt, wenn man die Stoffe genau kennt, woraus der Mensch besteht, so weiß man auch genau, was er für Stoffe in den Speisen zu sich nehmen muß, um zu leben, das heißt, um seinen Körper immer neu zu bilden.

Da die Muttermilch die einfachste und allernatürlichste Speise des Kindes ist, so wollen wir jetzt eine kurze Betrachtung in diesem Sinne anstellen; sie wird uns dazu verhelfen, daß wir dann später um so leichter die für Erwachsene wichtigen Nahrungsmittel und deren Wirkung werden übersehen können. Die Muttermilch hat alle Stoffe in sich, aus denen der menschliche Leib sich bilden kann; würde ihm ein einziger dieser Stoffe fehlen, so müßte das Kind, ohne Ersatz, unfehlbar untergehen.

Hätte die Milch z. B. keine Bestandtheile der Kalkerde, so würden die Knochen des Kindes, die es mit zur Welt bringt, schnell schwinden, ohne daß sich neue bilden: das Kind würde knochenbrüchig werden. Man hat mit Thieren den Versuch gemacht und sie mit Nahrungsmitteln gefüttert, woran die Bestandtheile der Kalkerde fehlten, und siehe da, sie wurden fett, aber immer schwächer an Knochen, und brachen endlich zusammen. — Hätte die Milch nicht Phosphor in sich, das ist der Stoff, der zu unsern Zündhölzchen gebraucht wird und unter eigenthümlichem Geruch zu brennen anfängt, wenn man ihn reibt oder erwärmt, — hätte die Muttermilch nicht solchen Phosphor in sich, so würden nicht nur Knochen und Zähne darunter leiden, sondern es würde auch die Ausbildung des Gehirns im Kinde nicht vor sich gehen. Das Kind könnte nicht das vollständig

ersetzen, was es mit jedem Augenblick an verbrauchtem Gehirn ausathmet und von sich giebt.

Wäre in der Muttermilch nicht Eisen vorhanden, so würde das Kind an der Bleichsucht umkommen, eine Krankheit, die auch Erwachsenen gefährlich ist und die man nur hebt, wenn man dem Kranken eisenhaltige Speisen in reichem Maße, oder Medikamente derart giebt.

Wäre in der Muttermilch nicht auch Schwefel enthalten, so würde sich unter Anderem auch die Galle des Kindes nicht ausbilden können, die wichtige Verrichtungen im menschlichen Körper zu besorgen hat.

Wir haben hierbei nur nebensächliche Bestandtheile der Muttermilch erwähnt, die man sonst nicht als Nahrungsmittel oder Speisen ansieht; denn wer denkt daran, daß er täglich Phosphor, Eisen, Kalkerde und Schwefel essen muß und auch ißt. In der That aber geschieht dies, und noch eine ganze Reihe solcher Stoffe, wie Natrium, Magnesium, Chlor und Fluor wird von uns verspeist, ohne daß wir es wissen; und außerdem besteht die eigentliche Nahrung aus drei Luftarten, aus Stickstoff, aus Sauerstoff und aus Wasserstoff und schließlich aus einer festen Substanz, die Kohlenstoff heißt und nichts mehr und nichts weniger ist, als reine Kohle.

Und all dies ist in der That in der Milch enthalten, und all dies sind die Urstoffe, die in Wahrheit den menschlichen Körper bilden.

Vielleicht aber meint Jemand, daß es hiernach sehr leicht wäre, sich Speisen zu verschaffen; denn man brauchte eben nur so und so viel Kohlenstoff und die richtige Portion von Wasserstoff und Sauerstoff und Stickstoff zu nehmen und ein bischen Kalium und Natrium und Calcium und Magnesium und ein Stückchen Eisen und Schwefel und Phosphor und Chlor und Fluor untereinander zu mengen und löffelweis zu genießen, um dem Körper

das zu geben, was ihn ernährt. — Allein, das wäre ein Irrthum, den man sicherlich mit dem Leben büßen müßte.

Es ist wahr, daß diese Stoffe die richtigen und wichtigen der Nahrung sind: allein in ihrer Urgestalt helfen sie uns nichts, sondern sie müssen, ehe wir sie genießen, schon unter einander sehr wunderbar verbunden sein, um im Körper zur Nahrung zu werden.

Wir werden im nächsten Artikel sehen, wie die Natur erst ihre Stoffe vorher verarbeiten muß, ehe sie uns solche darbietet, und wie wir z. B. in der Muttermilch freilich diese Stoffe, aber in ganz anderer Form und Verbindung, und zwar als Käsestoff, als Butterstoff, als Milchzucker, als Salze und als Wasser verzehren.

Und nicht wahr, das läßt sich schon eher hören!

IV. Wie die Speisen für uns von der Natur vorbereitet werden.

Wir haben es im letzten Artikel bereits ausgesprochen, daß die Speise des Kindes, das von Muttermilch lebt, eigentlich ihren Urstoffen nach aus ganz wunderlichen Dingen besteht. Diese Stoffe sind hauptsächlich Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, also drei Luftarten, und dazu kommt noch eine starke Portion Kohlenstoff, also Kohle. Diesem wunderlichen Gemenge von Luft und Kohle sind in der Muttermilch noch einzelne Stoffe beigegeben, aber in sehr winziger Portion, die zum Theil im gewöhnlichen Leben unbekannt sind, wie Natrium, Calcium, Magnesium, Chlor und Fluor und einige, die wohl Jedermann kennt wie Eisen, Schwefel und Phosphor.

Allein diese sonderbaren Dinge sind von der Natur schon in der Milch zur Speise verarbeitet und zum Genuß vorbereitet. Denn die chemischen Urstoffe und deren Verbindungen, die man künstlich hervorrufen kann, sind durchaus

nicht geeignet, zur Nahrung zu dienen. Es ist vielmehr unumgänglich nöthig, daß die Natur selber sie vorbereite zur Speise, und zwar dadurch, daß sie diese Stoffe erst durch das Pflanzenreich wandern läßt, sie erst in einem Pflanzenleben zu neuen Gestalten umwandelt.

Die Pflanze lebt von chemischen Urstoffen, oder richtiger ausgedrückt, die Pflanzenwelt ist nichts als verwandelte Urstoffe. — Erst nachdem diese Verwandlung der Urstoffe in der Pflanzenwelt vor sich gegangen ist, sind die Urstoffe fähig geworden, Thieren und Menschen zur Speise zu dienen.

Alles, was der Mensch verspeist, muß vorher erst Pflanze gewesen sein. Zwar lebt der Mensch auch von Fleisch, Fett und Eiern der Thiere; aber woher haben denn die Thiere diese Bestandtheile? Eben auch nur aus den von ihnen verzehrten Pflanzen.

Es stellt sich daher in der Natur eine merkwürdige Reihenfolge von Verwandlungen dar. Die Urstoffe ernähren die Pflanzen, die Pflanzen ernähren die Thiere, und Thiere und Pflanzen sind die Nahrung des Menschen.

Auch die Muttermilch, diese einfachste und naturgemäßeste Speise des Kindes, ist nur entstanden, indem die Mutter Pflanzen und Thierstoffe verzehrt hat. Diese bereits vorgebildeten Stoffe zur Speisung der Mutter sind in dem Körper der Mutter umgewandelt, und ein Theil derselben ist zu Milch in der Brust der Mutter geworden, die das Kind ernährt.

Es ist also ganz richtig, wenn man sagt, daß die Muttermilch aus Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff und einer kleinen Portion anderer chemischer Urstoffe besteht; aber diese Stoffe sind in der Milch schon so untereinander verbunden, daß sie Speisestoff gebildet haben und — wie wir bereits gesagt — nunmehr Käsestoff, Butterstoff, Milchzucker, Salze und Wasser geworden sind.

Welche Rolle aber spielen diese Speisestoffe im Körper des Kindes? Was wird aus diesen Stoffen, wenn sie in den Körper des Kindes gebracht sind? Wie verwandeln sie sich während der Zeit, daß sie im Körper verweilen? Auf welchem Wege entfernen sich wieder diese Stoffe aus dem Körper und nöthigen das Kind, neue Stoffe aufzunehmen?

Das sind die geordneten Fragen über das Kapitel der Ernährung, die wir nunmehr der Reihe nach beantworten wollen, und wenn wir sie beantwortet haben werden, wird uns auch ein weiterer Blick erlaubt sein, nämlich der Blick auf die Frage: welches sind die gesundesten und dem menschlichen Körper zuträglichsten Speisen, wenn er nicht mehr Muttermilch genießt, sondern aus einem großen Vorrath von Pflanzen- und Thierstoffen die Wahl hat, dieselben Stoffe, die in der Muttermilch enthalten sind, als Nahrung zu entnehmen.

Wir haben, um zu den Antworten dieser Fragen zu kommen, freilich nöthig gehabt, ein wenig Vorbereitung zu machen; wir werden aber deshalb jetzt etwas kürzer und schneller zum Ziel gelangen und wir hoffen, dem Leser einen kleinen Vorbegriff von dem, was die neueste Wissenschaft hierüber an Aufschlüssen bietet, geben zu können, wenn er uns, da wir genöthigt sind, sehr kurz ein so wichtiges Thema zu behandeln, mit seinem eigenen Nachdenken zur Hilfe kommen will.

V. Was wird aus der Muttermilch, wenn sie in den Körper des Kindes kommt.

Wenn das Kind sich dem Schooße der Mutter entrungen hat, bringt es Blut und Fleisch und Knochen und Organe mit zur Welt, die bis dahin von dem Blute der Mutter gebildet und ernährt wurden.

So wie aber das Kind an das Licht der Welt getreten ist, hört es auf, in der bisherigen Weise von der Mutter genährt zu werden und durch den Körper der Mutter das auszuscheiden, was von Stoffen in ihm unbrauchbar geworden. Das Kind athmet nun selbstständig und scheidet sofort auch durch den Athem Kohlenstoff als Kohlensäure aus; die Haut beginnt auszudünsten und scheidet hauptsächlich Wasserstoff und Sauerstoff ab, in der Gestalt von Wasser oder Wasserdunst; und durch den Harn entfernt es Stickstoff. Diese Stoffe, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff waren vorher belebte Theile im Körper des Kindes, sie sind aber jetzt verbraucht und werden aus dem Körper entfernt.

Es ist klar, daß das Kind Ersatz dafür braucht, und der wird ihm durch die Muttermilch, die vornehmlich diese Stoffe enthält.

Wie aber geschieht das?

Die Milch gleitet durch den Schlund des Kindes aus dem Munde schnell in den Magen; aber schon im Munde findet die Milch eine eigene Flüssigkeit vor, mit der sie sich mischt, den Speichel, der die Eigenschaft hat, die nöthige Veränderung der Milch im Magen vorzubereiten. Im Magen selber aber geht das Hauptgeschäft vor sich. Die Wände des Magens sondern eine Flüssigkeit aus, die Magensaft heißt und welche die Eigenschaft besitzt, nicht nur Milch, sondern auch harte Speisen, die zerschnitten und angefeuchtet sind, in einen Brei zu verwandeln.

Die Wissenschaft hat gelehrt, diesen Magensaft künstlich zu bereiten, und man kann jetzt den Verdauungsprozeß, das heißt, die Verwandlung von harten Speisen, z. B. Brodrinde und Fleisch, zu einem Brei in einem Glase beobachten, in welches man erwärmten künstlichen Magensaft gethan hat.

Sobald die Verdauung vollendet ist, öffnet sich die untere zum Darm führende Oeffnung des Magens, die während der Verdauung durch einen Muskel verschlossen ist, und der Brei fließt in die Fortsetzung des Magens, in den Darm, der nur ein einziger langer, in vielen Windungen übereinander liegender Schlauch ist. Auch hier mischt sich mit dem Brei eine Flüssigkeit, die den Namen Bauchspeichel hat und die Eigenschaft besitzt, die Verdauung fortzusetzen, bis der Brei sich in zwei Theile sondert, in einen feinen Saft, der Speisesaft heißt und die Bestandtheile enthält, die den Körper ernähren, und in einen festern Theil, der zur Ernährung untauglich ist und später durch die untere Oeffnung des Darms entleert wird.

Wie aber gelangt der ernährende Saft in alle Theile des Körpers?

Längs des Darmes befinden sich in ungemein großer Zahl außerordentlich kleine Kanäle, die man Saugadern nennt. Diese Gefäße saugen den Saft in sich ein, und weil der Darm sehr lang ist — beim Erwachsenen an 30 Fuß — geschieht die Aufsaugung in gesundem Zustand sehr vollkommen, und die eigentliche Nahrung befindet sich nun in lauter vereinzelten kleinen Kanälen.

All diese kleinen Gefäße aber laufen hinten und unten an der Wirbelsäule zusammen und vereinigen sich zu einem Schlauch, der in die Höhe steigt bis hoch in den Brustkasten; und hier ergießt sich der Schlauch in eine Hauptblutader, in welcher sich Blut befindet, das im Kreislauf begriffen und auf dem Wege ist, ins Herz zu fließen, um von diesem aus auf anderem Wege durch den ganzen Körper getrieben zu werden.

Die Speise, und ebenso die Muttermilch, gelangt also in veränderter Form, als ein Saft, der schon die größte Aehnlichkeit mit dem Blut hat, auf einem weiten Umweg

in das Blut und mischt sich mit demselben, oder richtiger, verwandelt sich in wirkliches Blut.

Wir wollen sogleich sehen, was nun aus dem Blute wird.

VI. Wie das Blut im Körper zum lebendigen Körper wird.

Man hat vollkommen das Recht, das Blut des Menschen den in flüssigem Zustand befindlichen Körper des Menschen zu nennen. Das Blut hat die Bestimmung, sich in lebendigen festen Körper des Menschen zu verwandeln.

Man hat gestaunt, als der große Naturforscher Liebig das Blut „flüssiges Fleisch" nannte; man hat aber das Recht, noch weiter zu gehen und das Blut „flüssigen Menschenkörper" zu nennen. Aus Blut wird nicht nur Muskelfleisch, sondern aus Blut wird auch Knochen, wird auch Gehirn, wird auch Fett, werden auch Zähne, werden Augen, Adern, Knorpel, Nerven, Sehnen und selbst Haare.

Es ist falsch, wenn man sich vorstellt, daß die Stoffe zu all den Dingen in der blutigen Flüssigkeit etwa so aufgelöst wären, wie Zucker im Wasser, wo immerhin das Wasser etwas anderes ist, als der darin befindliche Zucker, sondern man muß es einsehen, daß es ganz und gar nichts anderes ist, als das Baumaterial zu all den Theilen des festen Körpers.

Das Blut wird von einer Abtheilung des Herzens aufgenommen und von dieser, wie von einer Druckpumpe, in die Lungen getrieben. Da die Lunge Luft einathmet, so nimmt hierbei in einer höchst merkwürdigen Weise das Blut den Sauerstoff der Luft in sich auf. Dieses sauerstoffhaltige Blut kehrt nun durch eine Saugbewegung des Herzens wieder zu diesem, und zwar in eine besondere Abtheilung des Herzens zurück. Nun zieht sich wieder dieser Theil des Herzens zusammen und treibt das sauer-

stoffhaltige Blut durch den ganzen Körper, durch Schlagadern, die sich immer mehr und mehr verzweigen, dabei immer feiner werden und endlich solche Feinheit annehmen, daß sie für unser Auge unsichtbar sind. Das Blut bringt in solcher Weise in alle Theile des Körpers und kehrt dann durch eben so feine Aederchen, die sich dann zu großen Adern vereinigen, wiederum in das Herz zurück, um wiederum zu den Lungen getrieben zu werden, um wieder zum Herzen zurückzukehren und wieder durch den Körper bewegt zu werden.

Während dieses doppelten Kreislaufs des Blutes vom Herzen zu den Lungen, und wieder zurück, und dann vom Herzen nach allen Theilen des Körpers, und wieder zurück, geschieht der merkwürdige Stoffwechsel, geschieht der Umtausch, durch welchen Unbrauchbares, Verbrauchtes aus dem Körper des Menschen entfernt und neuer Stoff nach jedem Theil getragen wird.

Die Thatsache ist wunderbar und die Ursache bisher noch nicht durch die Wissenschaft ganz erklärt; aber es steht so viel fest, daß das Blut, wenn es durch alle Theile des Körpers getrieben wird, in jedem Theile grade das ablagert, was dieser Theil bedarf, um sich zu erneuern, und daß es von jedem Theil das Abgenutzte aus dem Körper entfernt.

Das Blut, das z. B. aus der Muttermilch im Kinde gebildet worden ist, enthält Phosphor, Sauerstoff und Calcium, und diese Stoffe lagern sich beim Blutumlauf an den Knochen ab und bilden den phosphorsauren Kalk, der ein Hauptbestandtheil der Knochen ist. An die Zähne giebt es in gleicher Weise Fluor und Calcium ab. Die Muskeln, das Fleisch, erhalten aus dem Blute ihre Bestandtheile, ebenso entstehen und erneuern sich aus dem Blute die Nerven, die Adern, die Häute, das Hirn und

die Nägel, und auch die inneren Organe: das Herz, die Lungen, die Leber, die Nieren, der Darm und der Magen.

Sie alle aber geben dem Blute dafür die abgenutzten Theile ab, und von diesem werden sie dort hingetragen, wo sie aus dem Körper wieder ausgeschieden werden können.

Unterbindet man ein Glied des Körpers, so daß das Blut nicht in ihm cirkuliren kann, dann stirbt es ab, denn das Leben des Körpers besteht im fortwährenden Wechsel desselben, im Umtausch des Verbrauchten gegen den neuen Stoff, und dieser lebendige Umtausch wird eben durch das immerfort kreisende Blut erhalten, das immer neu gebildet wird durch Nahrung und immer vermindert wird, indem es sich in lebendige Körpertheile verwandelt.

Man nennt daher Nahrungsmittel mit vollem Recht Lebensmittel, und das aus Nahrung entstandene Blut kann man mit Recht den Saft des Lebens nennen.

VII. Der Kreislauf der Stoffe.

Der menschliche Körper ist also verwandeltes, festgewordenes belebtes Blut. Blut ist verwandelte Speise. Speise besteht aus von der Natur vorgebildeten verwandelten Urstoffen. Der Mensch ist demnach verwandelte, lebendig gewordene Urstoffe.

Da aber das Menschengeschlecht viele, viele Jahrtausende alt ist, da zugleich mit dem Menschengeschlecht die ganze Thierwelt auf der Erde lebt, die eben auch körperlich nur so entsteht und sich erhält und ernährt, wie der Mensch; so entsteht die Frage: wo kommen all die Urstoffe her, die immerfort sich verwandeln müssen, um belebt zu werden? Werden nicht fort und fort diese Urstoffe immer weniger, wenn sie verwandelt werden zu Pflanzen und verzehrt werden von Thieren und Menschen, um selber Thier- und Menschenkörper zu bilden?

Die Antwort auf diese Frage haben wir bereits gegeben. Der Menschenkörper wird nicht nur durch Nahrung in jedem Augenblick neu gebildet, neu geschaffen, sondern es sterben in jedem Augenblick auch einzelne Körpertheilchen ab, und die abgestorbenen gehen wieder zurück zu den Urstoffen und kehren zur Mutter-Erde wieder, aus der sie gekommen.

Nicht nur der todte Mensch giebt der Erde zurück, was ihr gehört, giebt den Elementen wieder, was die Elemente ihm gegeben, sondern weit mehr noch, als der Todte, den man in den Schooß der Mutter Erde bettet, zahlt der Lebende diese Schuld zurück.

Der Leib des Menschen ist nicht sein eigen; er ist ein Darlehn der Natur, nur für kurze Zeit geliehen, um sofort nach abgethanem Dienst wiederum zurückgenommen zu werden; und der Mensch, der stolze Mensch, er ist genöthigt, fortwährend dies Darlehn von der Natur anzunehmen und fortwährend ihr die Schuld abzutragen, bis er mit dem letzten Athemzug das letzte Darlehn macht und sterbend den Hinterbliebenen die Pflicht auferlegt, die letzte Schuld der Erde abzutragen.

Und wunderbar! Sein eignes Blut ist der Bote, der ihm immer neues Darlehn bringt und als verwandelte Speise, als verwandelte Urstoffe ihm den Leib ausrüstet. Sein eigen Blut ist aber auch der Kassirer, der ihm nach geleistetem Dienst das Darlehn abnimmt und die Urstoffe aus dem Körper wieder hinausführt, um sie der Natur zurückzuzahlen.

Mit jedem Rundlauf des Blutes durch den Körper fließt diesem verwandelte Speise zu, die sich in ihm in lebendigen Menschenkörper verwandelt; mit jedem Rücklauf des Blutes nimmt das Blut selber die verbrauchten Theile mit sich und lagert sie dort ab, wo sie hinaus müssen aus dem Körper. In die Nieren, damit sie hauptsächlich im

Harn den verbrauchten Stickstoff aus dem Körper führen, dem auch ein Theil des phosphorsauren Kalks beigemischt ist, der ehedem Knochen und Zähne gebildet hat und jetzt abgenutzt ist. Das Blut sondert durch die Haut des ganzen Körpers den Schweiß ab, eine Flüssigkeit, die Wasser, also Sauerstoff und Wasserstoff enthält, dem aber auch andere verbrauchte Substanzen des Körpers, wie Kohlensäure und Stickstoff beigemischt sind und in welchem auch Fett vorhanden ist. — Vornehmlich aber führt das Blut den verbrauchten Kohlenstoff zu den Lungen, damit diese beim Ausathmen die Kohlensäure von sich geben, eine Luftart, die tödtlich wirkt, wenn sie in der Lunge bleibt oder eingeathmet wird.

Es ist nicht wenig, was der Mensch in einem Tage aus seinem Körper ausscheidet; es beträgt den vierzehnten Theil seines Körpergewichtes, ja das Gewicht des Schweißes, der theils in Luftform, theils als tropfbare Flüssigkeit ausscheidet, beträgt im Verlauf von 24 Stunden an nahe zwei Pfund.

Und all die Theile, die sich von ihm entfernen, haben sofort die Eigenschaft des verwandelten und belebten Stoffes verloren, sie kehren zu den Urstoffen zurück und dienen hauptsächlich wieder der Pflanze zur Nahrung, die ehedem dieselben Stoffe dem Menschen zur Nahrung geboten hatte.

So vollendet sich der große Kreislauf in der Natur. Von den unbelebten Urstoffen zu den Pflanzen, von den Pflanzen durch die Nahrung zu den Thieren und Menschen, und von diesen wiederum als verbrauchte Stoffe zurück zu den Urstoffen, um dann den Kreislauf wieder zu beginnen, der todte Urstoffe belebt, um Tod in Leben, und belebte Stoffe vernichtet, um Leben wiederum in Tod zu verwandeln.

Und in diesem Kreislauf ist die Ernährung, oder richtiger: der Stoffwechsel im Menschen, ein wichtiges Glied der welterhaltenden Kette.

VIII. Die Nahrung.

Aus dem bisher Gesagten muß es Jedem klar geworden sein, daß nur solche Speisen gute Nahrungsmittel sind, welche dieselben Bestandtheile in sich haben, aus denen das Blut besteht.

Hierzu ist nöthig, daß die Nahrungsmittel Wasser, Eiweiß, Salze, Fett und Zucker enthalten, und daß all diese Stoffe in einem richtigen Verhältniß zu einander stehen.

Daß Wasser zur Erhaltung und Erneuerung des Körpers nöthig ist, sieht wohl Jeder ein. Unser Muskelfleisch hat an 80 Prozent Wasser in sich, und doch muß ein Mensch sterben, wenn man ihm nur Fleisch zu essen giebt und ihm alles Wasser entzieht, weil eben die 80 Prozent, die er genießt, keineswegs ausreichen würden zu all den Flüssigkeiten, die im Körper nothwendig sind.

Aus dem Eiweiß, das man genießt, bilden sich im Blute eben die Stoffe, aus denen vornehmlich das Muskelfleisch besteht. Es ist aber ein Irrthum, wenn man glaubt, daß man nöthig habe, Eier zu essen, sondern der Käsestoff enthält ganz dieselben Bestandtheile des Eiweißes, wie wir denn schon gesehen haben, daß in der Muttermilch nur Käsestoff vorhanden ist, wogegen das Eiweiß als solches fehlt. Wer also reichlich Käsestoff genießt — wie die Hirten in der Schweiz — bedarf der Fleischspeisen fast gar nicht. Aber nicht nur der Käsestoff enthält dieselben Bestandtheile des Eiweiß, sondern es giebt auch ein Pflanzen-Eiweiß, das man Kleber nennt, und alle kleberhaltigen Pflanzen, worunter namentlich unsere Getreidearten, wie auch die Erbsen, Bohnen und Linsen, sind fleischbildende Nahrungsmittel.

Die Salze, die man dem Blute zuführen muß, bestehen

nicht nur im gewöhnlichen Kochsalz, sondern man bezeichnet auch damit gewisse Verbindungen der Stoffe, die man gewöhnlich nicht als Nahrungsmittel betrachtet, wie die Verbindungen des Phosphors, des Eisens u. s. w. Diese sind in mannigfachen Speisen enthalten, ohne daß sie dem Auge sichtbar sind, und aus ihnen bilden sich die Knochen, die Zähne, die Nägel, die Knorpel und die Haare.

Das Fett, das genossen wird, erscheint Vielen als ein ganz besonders wichtiger Bestandtheil der Speise, und sie meinen, daß man vom Fett fett werde. Dem ist aber nicht so. Reißende Thiere, die nur von Fleisch und Fett leben, werden nicht fett, dagegen nehmen Pflanzenfresser ungemein an Fett zu, wenn man sie mit guter Mast versieht, die eben nur aus Pflanzen besteht. — Gleichwohl ist Fett nicht etwas Ueberflüssiges in unserm Körper. Der Mensch bedarf des Fettes, weil dies vornehmlich die Athmung unterhält. Allein das Fett, das der Mensch im Körper bedarf, bildet er sich selber, so daß man nur wenig Fett zu genießen braucht und das Wenige nur zu dem Zweck, damit es die Bildung neuen Fettes aus dem Zucker erleichtere.

Man thut daher gut, wenn man Fett und Zucker als eine zusammengehörige Nahrung bezeichnet, denn aus dem Zucker wird im Körper Fett gebildet, und das wenige Fett, das man in der Speise genießt, soll nur diese Umbildung des Zuckers in Fett befördern.

Man glaube aber nicht, daß man wirklichen Zucker zu genießen brauche, sondern jede Speise, die Stärkemehl enthält, ersetzt vortrefflich die Stelle des Zuckers und verwandelt sich im Körper erst zu Zucker und dann in Fett. Die Kartoffel enthält Stärkemehl und thut auch ihre Dienste, nur muß man ihr Butter zusetzen, um das Stärkemehl und den sich daraus im Magen bildenden Zucker mit Leichtigkeit in Fett zu verwandeln.

Ein unübertreffliches Nahrungsmittel ist das Brod, denn es enthält fast alle Bestandtheile der Nahrung. Es hat Pflanzen-Eiweiß und verwandelt sich daher in Fleisch. Es hat fast alle Salze in sich, die dem Körper nöthig sind, und hat auch Stärkemehl in sich, um Fett bilden zu können; wenn man ihm daher ein wenig Butter zuthut, um die Fettbildung zu erleichtern, und daneben Wasser trinkt, so reicht es zur Erhaltung des Körpers immerhin aus. Dahingegen sind Kartoffeln allein ein schlechtes Nahrungsmittel, Fleisch allein nicht minder, und Eiweiß allein würde unsern Körper nicht erhalten können.

Man hat mit Thieren vielfache Versuche gemacht, und außerordentlich reiche Erfahrungen über Nahrungsmittel gesammelt, nicht minder hat man in Kasernen Beobachtungen derart angestellt, um die Nahrhaftigkeit der Speisen zu erforschen.

IX. Einige Versuche über die Ernährung.

Man hat im Dienste der Wissenschaft außerordentlich zahlreiche Versuche über die Ernährung angestellt, und zwar sowohl über die Verdauung, wie über die Wirkung des Hungers und die Wirkung verschiedener Nahrungsmittel.

Was die Verdauung betrifft, so hat man die vorzüglichsten Beobachtungen angestellt an Menschen, die eine Magenfistel hatten, das heißt, eine Wunde am Bauch, die durchging bis in den Magen. Durch diese Wunde konnte man genau untersuchen, wie schnell gewisse Speisen verdauen und welche Verwandlungen die Speisen annahmen. Aus solchen Versuchen hat man gefunden, daß die Verdauungszeit sehr verschieden ist bei verschiedenen Speisen und zwischen $1\frac{1}{2}$ und $5\frac{1}{2}$ Stunden dauert. Weiche süße Aepfel, geschlagene Eier, gekochtes Gehirn wurden am

schnellsten verdaut. — Gekochte Milch, rohe Eier, weiche saure Aepfel, gebratene Ochsenleber wurden in zwei Stunden verdaut. Gekochtes Rückenmark, roher Kohl, frische Milch, geröstetes Ochsenfleisch, Austern, weich gesottene Eier, roher Schinken dauerten an drei Stunden, bevor sie verdaut wurden. Weizenbrod, alter Käse, Kartoffeln wurden erst in nahe 3½ Stunden, Schweinefleisch, gekochter Kohl, Hammelfett erst in nahe 5 Stunden verdaut.

Die Versuche des Hungers hat man nur an Thieren gemacht und es ergab sich, daß während des Verhungerns drei Viertel des Blutes verschwanden, das Fett zehrte sich fast vollständig auf, das Fleisch war um die Hälfte geschwunden, selbst die Haut war um ein Drittel vermindert und die Knochen hatten etwa ein Sechstel ihres Gewichtes verloren. Am wenigsten verminderten sich die Nerven, und dies giebt den Beweis, daß die Nerven eine große Kraft besitzen, sich zu erhalten, sobald nur noch eine Spur von Stoff zu ihrer Ernährung da ist. Aus vielfachen Versuchen hat man den Schluß gezogen, daß ein ausgewachsener Mensch, der etwa 130 Pfund wiegt, sterben muß, wenn er durch Hunger etwa 50 Pfund von seinem Körpergewicht verliert.

Was die Wirkung verschiedener Speisen betrifft, so haben Versuche an Hunden dargethan, daß sie von bloßen Knochen eine sehr lange Zeit leben können, dahingegen starben sie, wenn man sie nur mit Zucker fütterte und obgleich ein wenig Fett dazu genossen, hingereicht hätte, den Zucker in Fett zu verwandeln, fand man nach ihrem Tode doch gar kein Fett vor.

Thiere, die man mit Speisen fütterte, in denen kein Phosphor und kein Kalk vorhanden ist, wurden fett, starben aber am Knochenbruch. Mit reinem Eiweiß, reinem Käsestoff gefüttert, starben die Thiere ebenfalls und das Merk-

würdigste hierbei ist, daß sie in derselben Zeit starben, als wenn sie gar keine Nahrung erhalten hätten.

Die Versuche an Menschen haben gelehrt, daß es schädlich ist, einförmige Kost zu genießen. Es ist ein Abwechseln der Kost durchaus gesund und nährend. Es ist dies eine Erfahrung, die man sowohl in Kasernen wie in Gefängnissen macht und deshalb wechselt die Kost dort mit jedem Tag in der Woche, so daß es täglich etwas Anders zum Mittag giebt. — — Ein Arzt in England hat an sich selbst die Wirkung einförmiger Kost probiren wollen. Er genoß 45 Tage lang bloß Wasser und Brot; er nahm dabei 8 Pfund an Körpergewicht ab. Sodann aß er vier Wochen nur Brot und Zucker, dann drei Wochen Brot und Baumöl; aber er erlag seinen Versuchen und starb, nachdem er acht Monate in solcher Weise an sich Proben angestellt. Es ist daher nicht eine Leckerei, wenn man zu verschiedenen Speisen Appetit hat und einerlei Speise schnell überdrüssig wird; sondern es ist nothwendig, daß man wechselt. Versuche haben gezeigt, daß Kaninchen, die einen Tag Kartoffeln und einen Tag Gerste erhalten, fortleben; erhalten sie aber bloß Kartoffeln oder bloß Gerste, so sterben sie schnell.

Zum Schluß wollen wir nur noch einige Nahrungsmittel und deren Eigenschaften aufführen. — Unter den Getreiden ist Weizen das nahrhafteste, und genießt man, wie der Engländer, Fleisch zum Weizenbrod, so erfreut man sich einer guten Nahrung. — Reis giebt Fett, aber allein ist er eine schlechte Nahrung, und ist vielmehr nur zuträglich, wenn er mit Butter oder Fett und ein wenig Fleisch dabei genossen wird. Kartoffeln sind ein billiges, aber auch ein theures Gericht; sie haben wenig Nahrungsstoff und man muß viel davon essen, um genährt zu werden; auch ist es nothwendig, sie mit Salz, Butter oder Fett zu würzen, da sie sonst ganz unnahrhaft wären.

Eine gute Mittelkost sind Bohnen, Erbsen und Linsen; nur sind die Hülsen unverdaulich und müssen entfernt werden.

Gemeinhin zählt man Getränke nicht zu Nahrungsmitteln und Kochsalz glaubt man, sei nur Geschmackssache; das ist aber ein Irrthum. Kaffe und Thee sind in ihrer Weise nährend, und endlich ist Salz und reichlicher Genuß desselben ein vortreffliches Mittel zur Ernährung.

Billiger Kaffee und billiges Salz sind daher eine Volkswohlthat.

Das Licht und die Entfernung.

I. Etwas über Beleuchtung.

Von Zeit zu Zeit hört man von Plänen sprechen, ganze Städte mit einem einzigen großen Lichte, von einem einzigen Punkte aus zu beleuchten. Bei der Leichtgläubigkeit des Publikums in naturwissenschaftlichen Dingen kann es nicht Wunder nehmen, wenn man solche Pläne auch ausführbar nennen hört. Man braucht indessen nur einen ernsten Blick auf dieselben zu werfen, um sich von der Unmöglichkeit leicht zu überzeugen.

Die Unmöglichkeit liegt nicht sowohl darin, daß man kein so hellleuchtendes Licht künstlich machen kann, als in dem Umstand, daß die Leuchtkraft des Lichtes ungeheuer stark abnimmt, jemehr man sich von demselben entfernt.

Um dies unsern Lesern deutlich zu machen, wollen wir annehmen, daß man auf dem Schloßplatz in Berlin, ungefähr vor der Breiten Straße, einen hohen Thurm, und auf dessen Spitze ein so helles Licht anbringen wollte, wie es nur irgend durch Gase oder Elektrizität möglich ist. Wir wollen dann einmal sehen, wie sonderbar dieses Licht die Königstraße beleuchten würde.

Wir wollen der Deutlichkeit halber annehmen, daß von der Breiten Straße bis zur Kurfürstenbrücke eben so weit sei, wie von der Kurfürstenbrücke bis zur Poststraße, und eben so wollen wir annehmen, daß alle Straßen, die die Königsstraße durchschneiden, gleich weit von einander ablägen,

also daß die Strecke von der Poststraße nach der Spandauerstraße eben so groß sei, desgleichen soll die Entfernung von der Spandauer- nach der Jüdenstraßen-Ecke, von der Jüdenstraßen- nach der Klosterstraßen-Ecke, von der Klosterstraßen- nach der neuen Friedrichsstraßen-Ecke und von dieser nach der Königsbrücke immer dieselbe sein. — Wir hätten demnach sieben gleich große Strecken, die von dem einen großen Licht erleuchtet werden sollen.

Nun ist es bekannt, daß das Licht an Helligkeit abnimmt, je weiter man sich von ihm entfernt: aber die Leuchtkraft nimmt in einem ganz eigenthümlichen Verhältniß ab. Dies Verhältniß aber wollen wir einmal deutlich zu machen suchen, was eben nicht leicht ist.

Wir hoffen indessen, daß es uns bei dem vorliegenden Falle gelingen und dem aufmerksamen Leser leicht werden wird, ein großes Naturgesetz kennen zu lernen, das für außerordentlich viele Fälle von größter Wichtigkeit ist.

Die Naturwissenschaft lehrt durch Rechnung und Erfahrung Folgendes: Wenn ein Licht eine Strecke beleuchtet, so leuchtet es in einer zweimal so großen Entfernung nicht zweimal, sondern 2 mal 2, also viermal schwächer. In einer dreimal so großen Entfernung leuchtet es nicht dreimal, sondern 3 mal 3, also 9 mal schwächer. Man nennt dies wissenschaftlich ausgedrückt: das Licht nimmt ab im Quadrat der Entfernung.

Wir wollen das an unserm Beispiel klar zu machen suchen.

Nehmen wir an, daß das große Licht vor der Breiten Straße so schön leuchtet, daß man auf der Kurfürstenbrücke diese Druckschrift würde lesen können. An der Poststraßen-Ecke wird es schon dunkler sein, aber da diese Strecke zweimal so groß ist, so wird es schon viermal so dunkel sein, denn 2 mal 2 ist 4. Wollte man an dieser Ecke Etwas lesen, so müßte die Schrift viermal so groß sein. Die Spandauerstraßen-Ecke ist dreimal so weit entfernt von dem

Licht, wie die Kurfürstenbrücke. Hier wird es schon neunmal so dunkel sein, denn 3 mal 3 ist 9. Eine lesbare Schrift müßte also neunmal so groß sein. An der Jüdenstraßen-Ecke, die viermal so weit ab vom Lichte ist, als die Kurfürstenbrücke, wird es schon sechszehnmal so dunkel sein, denn 4 mal 4 ist 16. Wollte man hier Etwas lesen, so müßte die Schrift schon sechszehnmal so groß sein. — An der Klosterstraßen-Ecke, die fünfmal so weit ab ist vom Lichte wie die Kurfürstenbrücke, wird es fünfundzwanzigmal dunkler sein, denn 5 mal 5 ist 25. An der neuen Friedrichsstraßen-Ecke, die sechsmal so weit entfernt ist, wird es sechsunddreißigmal dunkler sein, denn 6 mal 6 ist 36 und an der Königsbrücke, die siebenmal so weit entfernt ist, wird es neunundvierzigmal dunkler sein, als auf der Kurfürstenbrücke, denn 7 mal 7 ist 49.

Freilich könnte man dem Uebel abhelfen. Man brauchte nur auf dem Schloßplatz 49 solche große Lichter aufzurichten, dann würde es auf der Königsbrücke hell genug sein, allein es sieht wohl Jeder ein, daß es vernünftiger ist, 49 Lichter an verschiedenen Stellen der Königsstraße anzubringen und diese gleichmäßig zu beleuchten, als sie an einen Ort hinzustellen.

Dies wird wohl Jeden überzeugen, daß man wohl große Plätze, aber nicht große Straßen oder gar ganze Städte mit einem Lichte beleuchten kann!

II. Die Beleuchtung der Planeten durch die Sonne.

Wir haben eben davon gesprochen, daß es nicht thunlich ist, große Strecken durch ein einziges Licht zu beleuchten. Gleichwohl müssen wir anerkennen, daß die Natur dieses Verfahren inne hält und die Sonne das einzige Licht ist, welches durch das ganze Sonnensystem leuchtet, obwohl die

einzelnen Planeten sich in sehr verschiedenen Entfernungen von ihr befinden.

Wir haben aber gerade schon deshalb Ursache, anzunehmen, daß sich nicht auf jedem Planeten solche Geschöpfe befinden, wie wir sie auf unserer Erde sehen, sondern daß auf jedem einzelnen dieser Himmelskörper eigenthümliche Geschöpfe vorhanden sind, deren ganze Natur grade passend eingerichtet ist für die Beleuchtung, die die Sonne dort hervorbringt.

Die Naturwissenschaft lehrt nämlich, daß das Sonnenlicht ganz denselben Gesetzen unterworfen ist, wie unser künstliches Licht; es nimmt ebenfalls ab mit der Entfernung. Die Planeten, die von der Sonne entfernt sind, werden dunkler beleuchtet als die ihr nahen, und die Art und Weise, wie dies abnimmt, ist ganz so, wie wir sie oben vom irdischen Licht dargestellt haben, nämlich: nach dem Quadrat der Entfernung! Das heißt bei zweimaliger Entfernung wird es viermal schwächer, bei dreimaliger neunmal, bei viermaliger sechszehnmal u. s. w., bei der jedesmaligen Entfernung um so viel schwächer, wie die Zahl der Entfernung mit sich selbst multiplizirt beträgt.

Wir wollen hiernach einmal sehen, wie sonderbar verschieden die Planeten beleuchtet sind, je nachdem sie der Sonne näher oder entfernter sind, und daraus allein schon werden wir schließen müssen, wie anders die Geschöpfe auf jedem Planeten geschaffen sind.

Merkur heißt der Planet, der der Sonne am nächsten ist. Er ist etwa 2½mal der Sonne näher als die Erde, demnach ist er an siebenmal stärker beleuchtet als diese. Was das sagen will, können wir gar nicht ermessen. Sicherlich würden wir schon erblinden, wenn drei Sonnen statt der einen zugleich scheinen würden, bei sieben Sonnen, oder was dasselbe ist, bei siebenmal so starkem Licht wie das unserer hellen Tage, würden wir es wahrscheinlich selbst

mit geschlossenen Augen nicht aushalten, da bekanntlich unsere Augenlider nicht völlig vor dem Sonnenlicht schützen, selbst wenn wir sie vollständig schließen. Die Geschöpfe auf dem Merkur müssen daher schon ganz anders eingerichtet sein als wir.

Venus, der zweite Planet, ist 1⅓mal näher der Sonne als wir. Es ist daher auf diesem Planeten am Tage fast noch einmal so hell, als bei uns. Aber da auch dies für uns nicht gut erträglich wäre, so müssen die Geschöpfe auf diesem Planeten gleichfalls von uns verschieden sein.

Der dritte Planet ist die Erde, die wir bewohnen. Die Stärke des Sonnenlichtes auf derselben in hellen Tagen kennen wir aus Erfahrung, obgleich es noch nicht gelungen ist, diese Stärke durch Instrumente so genau zu messen, wie etwa die Wärme durch ein Thermometer. In neuester Zeit hat zwar ein Herr Schell in Berlin Vorschläge zur genauen Messung des Lichtes gemacht, die sich den Beifall der Naturforscher, namentlich Alexander von Humboldt's, erworben haben; indessen ist die Benutzung dieser Versuche noch nicht recht vorgenommen worden, obgleich sie für Photographen sehr anwendbar zu sein scheinen. Man weiß es daher noch nicht anzugeben, ob an einem oder dem andern Tag das Sonnenlicht bei wolkenlosem Himmel stärker oder schwächer war und ebenso wenig weiß man genau zu bestimmen, um wie viel das Mondlicht schwächer ist als das Sonnenlicht.

Mars ist der Name des vierten Planeten, der 1½mal entfernter ist von der Sonne als die Erde. Dort leuchtet die Sonne nur etwa ein halbmal so stark wie bei uns. Obwohl wir sehr oft Tage haben mögen, die um die Hälfte dunkler sind als andere, so ist es doch sehr zu bezweifeln, daß wir es auf dem Mars aushalten könnten; denn das Licht wirkt nicht auf unser Auge allein, sondern auch auf unsern ganzen Körper und dessen Wohlsein und es ist

wahrscheinlich, daß wir wegen Mangel an Licht dort schon erliegen müßten.

Die vier Dutzend neu entdeckter kleiner Planeten haben Tage, die an sechsmal dunkler sind als die unsrigen. Die Beleuchtung dürfte dort am Tage so sein, wie sie etwa bei der großen Sonnenfinsterniß am 28. Juli 1851 in Berlin war, eine Beleuchtung, die zwar auf wenige Minuten ihr Interessantes hat, die aber uns, wenn sie immerfort so wäre, sicherlich melancholisch machen würde.

Schlimmer ergeht es noch den entferntern Planeten. Auf Jupiter ist es schon 30mal dunkler; auf Saturn 80mal, auf Uranus sogar 300mal und auf dem letzten der Planeten, auf dem im Jahre 1845 entdeckten Neptun, ist es an 900mal dunkler als auf der Erde.

Zwar haben die entfernten Planeten alle viele Monde; allein abgesehen davon, daß das Mondlicht meisthin nur für Verliebte und Nachtschwärmer Anziehendes hat, so darf man nicht vergessen, daß die Monde selber nur schwach beleuchtet sind, und wenn auch die Nacht, doch den Tag nicht heller machen.

Die Wunder der Astronomie.

I. Zur Erklärung einer wunderbaren Entdeckung.

Es wundern sich oft Viele, daß, wenn ein neuer Planet entdeckt wird, — und dies ist in den letzten Jahren oft der Fall gewesen — man schon nach wenig Tagen zu bestimmen weiß, wie weit er von der Sonne entfernt ist und in wie viel Jahren er seinen Umlauf um dieselbe macht. — Wie ist es möglich, meinen sie, den neuen unbekannten Gast schon nach kurzer Bekanntschaft so genau zu kontrolliren, daß man seinen Weg und die Zeit, die er dazu braucht, auf Jahre voraus genau bestimmen kann?

In Wahrheit aber kann man das; und es steht fest, daß keine Post und keine Eisenbahn so sicher ihre Ankunft an einer Station auf die Stunde anzugeben im Stande ist, als die Astronomen die Ankunft eines Himmelskörpers, den sie, wenn auch nur kurze Zeit, beobachtet haben.

Ja, es geschieht zuweilen noch mehr. Im Jahre 1846 hat ein Pariser Naturforscher, Leverrier, ohne in den Himmel zu sehen, ohne Beobachtungen anzustellen, rein durch Rechnung herausgebracht, daß 600 Millionen Meilen von uns entfernt ein Planet vorhanden sein muß, den kein Mensch noch gesehen hat; daß dieser Planet in 60,238 Tagen und 11 Stunden seinen Umlauf um die Sonne macht; daß er 24½mal schwerer ist, als unsere Erde, und zu einer bestimmten Stunde an einer bestimmten Stelle am Himmel aufgefunden

werden würde, wenn man nur so gute Fernröhre hätte, um ihn sehen zu können.

Leverrier zeigte all dies der Akademie der Wissenschaften in Paris an; und die Akademie der Wissenschaften sagte nicht, der Mann ist thöricht, wie kann er wissen, was 600 Millionen Meilen weit vorgeht, da er nicht einmal weiß, was Morgen für Wetter sein wird? Die Akademie sagte nicht: der Mann will uns täuschen, da er Dinge behauptet, die ihm Niemand beweisen kann, daß sie unwahr sind. Die Akademie sagte auch nicht: der Mann ist ein Betrüger, denn er wird wohl den Planeten schon gesehen haben und thut so, als ob nur seine Weisheit dessen Dasein ausfindig gemacht hat, sondern die Akademie nahm seine Arbeit mit großem Ernst auf, denn man kannte Leverrier als großen Naturforscher und hatte auch von ihm erfahren, auf welchem Wege er zu seiner Entdeckung gekommen und welche gute Gründe er hatte, seine Behauptungen für wahr zu halten.

Und der Erfolg krönte seine Entdeckung in der glänzendsten Weise.

Im Januar 1846 hatte er diese Anzeige der Akademie gemacht; am 31. August theilte er nähere Bestimmungen über den neuen noch ungesehenen Planeten mit, und wie sich denken läßt, erweckte dies Erstaunen und Verwunderung aller Forscher und Lächeln und Unglauben aller Halbgebildeten.

Am 23. September desselben Jahres erhielt Herr Galle, — jetzt Director der Breslauer Sternwarte, damals Gehülfe an der Berliner Sternwarte, — der sich durch glückliche Entdeckungen bereits ausgezeichnet hatte, ein Schreiben von Leverrier mit der Aufforderung, an der genau bezeichneten Stelle am Himmel dem neuen Planeten aufzulauern. Die Berliner und die Königsberger und die Dorpater Sternwarte besaßen nämlich damals die besten Fernröhre, während jetzt in Pulkowa bei Petersburg ein besseres aufgestellt ist;

Berlin aber hat von den genannten Orten die günstigste Lage zur Beobachtung des Himmels, weil es nicht so weit nördlich wie diese liegt. —

Und noch an demselben Abend beobachtete Galle den Himmel an der angegebenen Stelle und fand wirklich den Planeten, und zwar außerordentlich wenig entfernt von dem Punkt, den Leverrier angegeben hatte.

Mit Recht nennt man diese Entdeckung Leverrier's den größten Triumph, den jemals eine Forschung erlebt hat. Dergleichen ist in der That noch niemals dagewesen und unser Jahrhundert hat Ursache, stolz darauf zu sein. — Aber, mein verehrter Leser, wer in solcher großen Zeit lebt, und sich gar keinen Begriff davon machen kann, auf welchem Wege solche Entdeckungen gemacht, der verdient fast nicht, ein Genosse dieser Zeit genannt zu werden.

Ich will Dich nicht zu einem Astronomen machen; aber ich hoffe, daß es mir gelingen wird, Dir das Wunder dieser Entdeckung erklären zu können.

II. Die Hauptstütze der Leverrier'schen Entdeckung.

Als Leverrier auf seine große Entdeckung ausging, betrat er nicht einen neuen, sondern einen bereits durch die Wissenschaft gebahnten Weg und stützte sich hierbei auf ein großes Naturgesetz, daß die Grundlage aller astronomischen Kenntnisse ist.

Es ist dies das Gesetz von der Anziehungskraft der Himmelskörper, welches der große Newton entdeckt hat.

Diejenigen Leser, die sich das vollkommen klar gemacht, was wir oben vom Licht gesagt haben und von der Art und Weise, wie es abnimmt mit der Entfernung, werden jetzt leicht das begreifen, was wir in der Hauptsache von der Anziehung sagen wollen.

Jeder Himmelskörper besitzt eine Anziehungskraft und zieht den andern auch wirklich an, ganz so, wie ein Magnet Eisen anzieht.

Wären die Himmelskörper, also alle Planeten, z. B. nicht in Bewegung, so würden sie in der That einander immer näher und näher kommen und da die Sonne eine so überaus starke Anziehungskraft hat, so würden sie alle der Sonne zustürzen und sich mit ihr zu einem einzigen Körper vereinigen.

Nur dadurch, daß sie alle eine eigene Bewegung haben, bewirkt die Anziehung nur eine Veränderung des Laufes, und diese eigene Bewegung der Planeten in Verbindung mit der Anziehungskraft der Sonne bewirkt es, daß sie sich um die Sonne herum in Kreisen bewegen.

Man kann sich hiervon leicht eine Vorstellung machen, wenn man sich Folgendes denkt.

Nehmen wir an, daß in der Mitte des Tisches ein großer, starker Magnet liegt. Legt nun Jemand eine eiserne Kugel auf den Tisch hin, so wird die Kugel geraden Weges auf den Magnet zulaufen, wenn aber Jemand die Kugel rollt, so daß sie an dem Magnet vorüberlaufen müßte, so würde die Kugel in gerader Linie über den Tisch hinlaufen, da aber der Magnet sie in jedem Augenblicke anzieht, so wird sie von der geraden Linie abweichen und statt dessen einen Umlauf um den Magneten machen.

Dieser Umlauf rührt also von zwei Kräften her, erstens von der Kraft der Hand, welche die Kugel in gerader Linie fortrollen wollte, und zweitens von der Anziehung des Magneten, der die Kugel in jedem Augenblicke ihres Laufes zu sich heranziehen will.

Newton, der größte Naturforscher aller bisherigen Zeiten, der vor zweihundert Jahren in England lebte, hat nachgewiesen, daß alle Umläufe der Planeten um die Sonne von eben solchen zwei Kräften hervorgerufen werden, nämlich

von einer Bewegungskraft der Planeten, die ihnen inne wohnt und die sie in gerader Linie durch den Weltraum treiben würde, und von einer Anziehungskraft der Sonne, welche diesen geradlinigen Lauf fortwährend stört und die Planeten zwingt, einen Umlauf um die Sonne zu machen.

Newton hat aber noch mehr entdeckt. Er hat durch Rechnungen nachgewiesen, daß man genau aus der Umlaufszeit eines Planeten beweisen kann, wie stark die Anziehungskraft der Sonne auf ihn wirkt. Ist nämlich die Anziehungskraft stark, so wird sein Umlauf schnell sein; ist die Anziehungskraft schwach, so wird ein Planet langsamer um die Sonne laufen.

Wenn z. B. die Sonne mit einem Male einen Theil ihrer Anziehungskraft verlieren würde, so würde die Erde weit langsamer um die Sonne laufen und das Jahr, das jetzt 365 Tage hat, würde dann viel mehr Tage haben.

Endlich aber hat Newton nachgewiesen — und das ist für uns jetzt die Hauptsache — daß die Anziehungskraft der Sonne in ihrer Nähe stark ist und in ihrer Entfernung schwächer wird, daß also die entfernten Planeten schwächer von der Sonne angezogen werden, als die ihr nahen und zwar nimmt die Anziehungskraft mit der Entfernung ganz in derselben Weise ab, wie wir es eben beim Licht gesehen haben, nämlich: im Quadrat der Entfernung. Das heißt: ein Planet, der zweimal so weit entfernt ist von der Sonne, als die Erde, wird viermal, einer der dreimal so weit entfernt ist, wird neunmal schwächer von ihr angezogen.

Dieses große, durch die ganze Natur gehende Gesetz ist, so zu sagen, die Grundlage der Astronomie und war auch die Hauptstütze für die großartige Entdeckung des Naturforschers Leverrier.

III. Die großartige Entdeckung.

Jedem denkenden Menschen muß wohl schon die Frage nahe gelegen haben: wenn es wahr ist, daß die Himmelskörper einander anziehen, warum zieht nicht ein Planet den andern so an, daß sie um und durch einander herumlaufen?

Diese Frage hat sich auch bereits Newton vorgelegt und hat auch die Antwort darauf gegeben. Die Anziehungskraft hängt ab von der größeren oder geringeren Masse der Himmelskörper. Im Sonnensystem hat nun die Sonne eine so große überwiegende Masse gegen alle Planeten, daß sie die Hauptanziehung und darum den Umlauf der Planeten um die Sonne bewirkt. Würde die Sonne einmal verschwinden, so würde wirklich die Einwirkung der Planeten auf einander ungeheuer sein und namentlich würden alle einen neuen Umlauf um den Planeten Jupiter machen, der unter den Planeten die größte Masse hat. — So ist z. B. die Sonne eine Masse, die 355,499mal schwerer ist, als die Erde, wohingegen Jupiter nur 339mal schwerer als die Erde ist. Es ist klar, daß die Masse der Sonne an tausendmal die des Jupiter überwiegt und deshalb auch die Erde, so lange die Sonne existirt, niemals um Jupiter sich bewegen wird.

Allein trotz alledem zieht dennoch Jupiter die Erde an; aber wenn er auch dieselbe nicht aus der Bahn um die Sonne reißen kann, ist er doch nicht ohne Einfluß auf den Lauf der Erde und wirklich haben Beobachtung und Rechnung gezeigt, daß durch die Anziehung des Jupiters auf die Erde ihr Lauf um die Sonne etwas verändert, oder was man so nennt: „gestört" wird.

Und wie das mit Jupiter und der Erde der Fall ist, so ist es auch mit allen Planeten der Fall, ihre gegenseitigen Anziehungen stören wirklich ihre Bahnen um die Sonne

und jeder Planet geht wirklich in einer anderen Bahn um dieselbe, als er ohne diese Störung gehen müßte.

Diese Störungen zu berechnen ist die größte Schwierigkeit in der Astronomie und erfordert die ausdauerndsten und allerscharfsinnigsten Studien, die jemals im Gebiet der Naturwissenschaften gemacht worden sind.

Freilich wird sich Jeder von selbst fragen, ob nicht Störungen mit der Länge der Zeit so groß werden können, daß sie das ganze Sonnensystem in Verwirrungen bringen? Und diese Frage hat sich auch wirklich der größte Mathematiker, Namens Laplace, der Ende des vorigen Jahrhunderts in Paris lebte, vorgelegt. Er hat aber in einem unsterblichen Werke: „die Mechanik des Himmels" den Beweis geliefert, daß alle Störungen nur eine bestimmte Zeitdauer haben, und daß das Sonnensystem so konstruirt ist, daß gerade durch die Anziehungen, die die Störungen veranlaßt haben, wieder nach bestimmten Zeiten eine Regulirung eintritt, so daß für die Dauer die Ordnung immer wieder hergestellt wird.

Nunmehr wird es Jedem klar sein, daß, wenn irgend ein Planet unsichtbar wäre, er dennoch den Naturforschern sein Dasein verrathen würde und zwar durch die Störungen, die er im Lauf der anderen Planeten veranlaßt, sobald seine Masse nicht gar zu gering und also seine Anziehungskraft nicht gar zu unbemerkbar ist.

Und nun sind wir so weit, daß wir zu unserem Hauptthema kommen können.

Bis zum Jahre 1846, wo Leverrier seine große Entdeckung machte, glaubte man, daß der Planet Uranus der letzte Planet sei, der um die Sonne läuft. Uranus selber wurde erst im Jahre 1781 von Herschel in England entdeckt, und da dieser Planet 84 Jahre braucht, um seinen Umlauf um die Sonne zu vollenden, so hatte man im Jahre 1846 noch nicht einmal einen ganzen Umlauf des Uranus beobachtet gehabt; trotzdem aber berechnete man seinen Lauf sehr

genau, weil man die Anziehungskraft der Sonne kennt und auch die Störungen in Rechnung brachte, welche die bekannten Planeten auf ihn ausüben.

Aber aller Sorgfalt der Rechnung zum Trotz wollte der wirkliche Lauf des Uranus nicht mit dem berechneten übereinstimmen. Man kam also schon vor Leverrier's Entdeckung auf den Gedanken, daß jenseits des Uranus, in einer Region, wohin unser Auge selbst mit Hilfe der Fernröhre nichts entdecken konnte, wohl noch ein Planet vorhanden sein müßte, der den Lauf des Uranus ändere. Der leider für die Wissenschaft zu früh verstorbene Bessel in Königsberg war schon hinterher, durch Rechnung den unbekannten Störer herauszufinden. Er starb aber kurz vor Leverrier's Entdeckung. Ja, schon im Jahr 1840 schrieb Mädler in Dorpat ein sehr schönes Kapitel in seiner populären Astronomie über diesen ungesehenen Störer. — Leverrier aber ging an's Werk, er rechnete mit einem von Kennern bewunderten Scharfsinn. Er forschte nach, wo dieser Störer am Himmel stehen muß, wenn er den Uranus so und so zu stören vermag? Wie schnell bewegt sich dieser Störer selber in seiner Bahn? und wie groß ist seine Masse? — Und wir haben den Triumph der Wissenschaft erlebt, daß ein Leverrier mit dem geistigen Auge, nur durch Rechnungen einen Planeten entdeckte, der 600 Millionen Meilen weit von ihm entfernt war!

Darum: Ehre dieser Wissenschaft! Ehre den Männern, die sie pflegen! Und Ehre dem Menschengeist, der schärfer blickt, als das Menschenauge.

Zur Witterungskunde.

I. Etwas über das Wetter. *)

Das sonderbare Wetter, daß wir in diesem Jahre haben, hat wohl viele veranlaßt, über die Natur der Witterung überhaupt nachzudenken.

Wir haben in diesem Jahre „grüne Weihnachten und weiße Ostern" gehabt und werden schwerlich in Pfingsten auf den grünen Zweig kommen. Warme und kalte Luft, Regen und in letzterer Zeit sogar Gewitter ziehen über unsere Fluren und geben der Natur den Anschein, als sei sie in der Zeitrechnung irre geworden und wisse nicht mehr, daß der Mai da ist, der sonst der Wonnemonat heißt.

Nur die Sonne irrt sich nicht. Sie ist heute, am 9. Mai, genau um 4 Uhr 16 Minuten aufgegangen, wie es ihr der Kalender vorgeschrieben hat und wird Abends genau nach Vorschrift um 7 Uhr 37 Minuten untergehen. Die Sonne eilt stark auf den Sommer zu und verlängert die Tage und verkürzt die Nächte; doch sie allein vermag nicht die Witterung zu beherrschen und die Astronomen, die den Sonnenlauf genauer berechnen können, als irgend ein Maschinenführer seine Lokomotive, sind selber in Verlegenheit, wenn man sie fragt: Was wird übermorgen für Wetter sein?

Es ist ein unverzeihlicher Mißbrauch, daß die Kalender, und namentlich die „Kalender für das Volk" noch immer

*) Geschrieben im Mai 1853.

„Wetterprophezeihungen“ enthalten. Wir können nicht genug gegen diesen thörichten Aberglauben empört sein, den man dadurch verbreitet. Und das Schmachvolle dabei ist, daß diejenigen, die das drucken lassen für's Volk, selber nicht daran glauben, sondern es als einen Artikel betrachten, den sie der Leichtgläubigkeit des Volkes darbieten zu müssen vermeinen, eben weil der Mißbrauch seit vielen Jahren getrieben wird. Die Verehrer der „historischen Zustände“ würden sagen: weil dieser unverzeihliche Zustand einmal historisch geworden ist. —

Die Witterungskunde ist eine Wissenschaft, ist ein sehr großer Zweig der Naturwissenschaft; aber ein Zweig, der erst im Entstehen ist, und der also noch keine leicht zu pflückenden Früchte bringt.

Es ist wohl möglich, daß man einmal dahin gelangt, auf einige Tage voraus das Wetter für einen bestimmten Ort zu berechnen. Für jetzt ist es noch nicht möglich, und ein Herr Schneider, der hier in Berlin Kälte und Wärme im Voraus berechnet und verkündet, und angeblich dabei den Lauf der Planeten berücksichtigt, ist nicht um ein Haar zuverlässiger in seiner sogenannten neu entdeckten Wissenschaft, als der hundertjährige Witterungskalender, und verdient im Bereich der wirklichen Wissenschaft nur einen Ehrenplatz neben den Erfindern der elektrisch-magnetischen Tischrückerei.

Wir sagen, daß man dahin gelangen kann, das Wetter auf einige Tage vorauszubestimmen, und dazu ist die wirkliche Wissenschaft schon jetzt weit genug gediehen. Sie bedarf aber hiezu großer Einrichtungen, die erst ins Leben gerufen werden müssen.

Wenn durch ganz Europa die Einrichtung getroffen wird, daß in der Länge und Breite von 15 und 15 Meilen etwa immer eine Station zur Beobachtung der Witterung hergestellt ist, und alle diese Stationen durch elektrische

Telegraphen verbunden werden, und an jeder Station ein wissenschaftlicher, zuverlässiger Beobachter angestellt wird, dann wird man in Mittel-Europa, namentlich bei uns in Deutschland, recht gut das Wetter auf kurze Zeit voraus berechnen können.

Die Veränderlichkeit des Wetters hängt nämlich von der Beschaffenheit und der Bewegung der Luft ab, rührt von der Feuchtigkeit und von der Richtung des Windes her, und wird hervorgerufen von den Luftströmungen, welche über die Länder hinziehen, und sich hier vereinigen, dort begegnen und hier Kälte, dort Wärme, hier Regen, dort Hagel und an anderen Orten Schnee erzeugen.

In Nordamerika hat man an den Küsten schon elektrische Telegraphen errichtet und die Schiffe erhalten z. B. die Nachricht von fünfzig Meilen weit, daß ein Sturmwind mit dieser oder jener Geschwindigkeit aus dieser oder jener Gegend herankommt. Da der elektrische Telegraph schneller ist, als der Wind, so erhalten sie die Nachricht zeitig genug, um sich danach zu richten, und wenn der Wind eintrifft, so haben die Schiffe schon ihre Maßregeln zu seinem Empfange gemacht.

Das ist schon immer Etwas von Stationen zur Witterungskunde. Wenn bei uns aber wirklich Stationen eingerichtet werden, so wird man auch mehr wissen von Wind und Wetter. Denn die Witterungskunde, die in der Sprache der Wissenschaft „Meteorologie“ genannt wird, hat einerseits feste Regeln, die sich genau berechnen lassen und andererseits sehr veränderliche Zustände zu berücksichtigen, die diese festen Regeln stören.

Wir wollen es versuchen, diese festen Regeln und die veränderlichen Zustände so deutlich wie möglich unsern Lesern vorzuführen.

II. Von der Witterung im Sommer und Winter.

Es giebt, wie gesagt, feste Regeln der Witterung und diese festen Regeln sind einfach und leicht zu berechnen. Es werden aber diese festen Regeln durch so viele nicht berechenbare Umstände derart gestört, daß namentlich in unserer Gegend fast niemals die feste Regel, sondern immerfort die Ausnahme herrscht.

Die feste Regel der Witterung hängt von der Stellung der Erde zur Sonne ab und ist deshalb auch leicht zu bestimmen, denn die Astronomie ist eine Wissenschaft, die auf den festesten Säulen ruht, und obgleich Alles in der Welt uns näher ist als die Sterne, so ist doch Nichts in der Welt so sicher, als unser Wissen von dem Lauf der Gestirne, wie von ihren Entfernungen. Es mag wohl Manchen überraschen, zu hören, daß man weit sicherer weiß, wie weit die Erde von der Sonne entfernt ist, als wie weit von Berlin nach Wien ist, und doch ist es wahr und so genau richtig, wie nur irgend etwas in der Welt. *)

---

*) Wir sind zu dieser Versicherung durch eine an uns gerichtete Frage „aus dem Volke“ veranlaßt, welche von uns auf „Ehre und Gewissenhaftigkeit“ die Frage beantwortet wissen will, ob all das, was die Astronomie als so sicher ausgiebt, mehr als „bloße Vermuthung“ ist. Wir antworten hierauf: Es ist das astronomische Wissen das sicherste in der Welt. Kein Kaufmann kann ein Stück Zeug mit der Elle so genau ausmessen, daß er sich nicht um $\frac{1}{100}$ irrt, während die Unsicherheit über die Entfernungen im Sonnensystem nicht $\frac{1}{100}$ übersteigt. — Ja, im Jahre 1874 am 9. December wird der Planet Venus so zwischen Erde und Sonne vorüber gehen, daß er auf der Sonnenscheibe als schwarzer, wandernder Fleck sichtbar sein wird und dies Ereigniß, das in einem Jahrhundert nur zwei Mal vorkommen kann, wird die Sicherheit über die Entfernungen im Sonnensystem noch bedeutend vermehren.

Wir wollen die festen Regeln jetzt näher kennen lernen. Die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre Axe und läuft zugleich in einem Jahr um die Sonne herum. Allein die Erdaxe ist so gerichtet gegen die Erdbahn, daß sie im Umlauf um die Sonne 6 Monate lang auf der einen und 6 Monate lang auf der anderen Seite beleuchtet ist. So kommt es, daß am Nordpol der Erde 6 Monate fortwährend Tag ist, worauf 6 Monate ununterbrochen Nacht folgt und ebenso wechselt am Südpol ein Tag, der 6 Monat dauert mit einer ebenso lange dauernden Nacht. In der Mitte zwischen beiden Polen, in der Gegend um den Aequator der Erde, ist dagegen Jahr aus, Jahr ein zwölf Stunden Tag und zwölf Stunden Nacht, während in den Gegenden zwischen Aequator und Pol durch das Jahr hindurch Tag und Nacht außerordentlich verschieden sind an Länge.

Wir in Europa bewohnen die nördliche Hälfte der Erde; wenn daher die Zeit kommt, wo der nördliche Pol 6 Monate Tag hat, haben auch wir in Deuschland, die wir dem Pol schon nahe wohnen, lange Tage und kurze Nächte, während die Bewohner der Länder, die auf der südlichen Halbkugel liegen, um dieselbe Zeit kurze Tage und lange Nächte haben. Kommt aber die Zeit, wo am nördlichen Pol 6 Monate Nacht und am südlichen 6 Monate Tag ist, dann haben die Bewohner der südlichen Halbkugel die langen Tage, während wir lange Nächte haben.

Zugleich mit der Dauer der Länge des Tages oder der Nacht ist der Sommer und der Winter verbunden, denn mit dem Sonnenlicht wird auch zugleich die Wärme hervorgerufen. Es ist daher in langen Tagen bei uns auch warm, denn die Sonne durchwärmt den Boden der Erde. Bei den kurzen Tagen ist es kalt, weil das erwärmende Sonnenlicht fehlt. — Daher ist auch in derselben Zeit, wo auf der nördlichen Halbkugel Sommer ist, auf der südlichen

Winter und umgekehrt, wenn hier Winter ist, ist auf der südlichen Halbkugel Sommer.

Wenn wir am Weihnachtsfest tief eingeschneit sind und an der erleuchteten Stube und am warmen Ofen Freude und Erhebung suchen, denken wir wohl an Freunde und Verwandte, die nach Australien ausgewandert sind und fragen uns, wie es ihnen jetzt ergehen mag am Festtage? Wie erstaunt aber der Unkundige, wenn später ein Brief aus Australien ankommt, der am Weihnachtsfest geschrieben worden ist, worin der Freund oder der Verwandte anzeigt, daß er das Fest in seiner Weinlaube gefeiert, wo er Schutz gesucht habe vor der großen Hitze des Tages und daß er erst spät in der Nacht das Zimmer betreten, und vor Hitze und Sehnsucht nach der Heimath, wo man am Weihnachtsfest so leicht Kühlung haben kann, nicht habe einschlafen können!

Der Unkundige wird sich nun belehren lassen, daß Australien auf der südlichen Hälfte der Erde ist, während wir auf der nördlichen Hälfte leben, daß dort gerade der höchste Sommer herrscht, wenn bei uns der Winter haust. Er wird sich aber auch nicht wundern, wenn er erfährt, daß es im August in Australien geschneit hat, und der Freund und Verwandte um dieselbe Stunde, wo wir einen Spaziergang nach dem Feierabend machen, um im Freien das Abendbrod zu verzehren, in Australien am Kaminfeuer sich zu erholen suchte und beim Schein der Lampe den Brief aus der Heimath las.

Aber nicht nur von der Länge des Tages allein hängt die Wärme des Sommers und nicht von der Kürze des Tages allein hängt die Kälte des Winters ab, sondern hauptsächlich davon, daß im Sommer die Sonne am Mittag hoch am Himmel steht und ihre senkrechten Strahlen den Boden stark erwärmen können, während im Winter die Sonne des Mittags nur sehr niedrig am Himmel steht

und ihre Strahlen schräg auf den Erdboden fallen, deshalb auch denselben nur sehr matt erwärmen können.

Wir werden nunmehr sehen, wie wesentlich dieser Stand der Sonne von Einfluß ist auf die Witterung.

III. Die Luftströmungen und das Wetter.

Um die Witterungsverhältnisse genau zu begreifen, darf man Folgendes nicht außer Acht lassen.

Die Sonne macht zwar Sommer und Winter, ihre Strahlen rufen zwar Wärme hervor und ihre Abwesenheit läßt Kälte auf der Oberfläche der Erde herrschen, aber das eigentliche Wetter macht die Sonne allein nicht.

Wenn die Sonne allein wirkte, so würde auf jedem bestimmten Theil der Erde, in jeder bestimmten Jahreszeit eine unveränderliche Wärme und Kälte herrschen; die Sonne aber bringt Bewegungen der Luft hervor, dadurch strömen Winde aus kalten Gegenden in warme, aus warmen Gegenden in kalte, und dies bringt bald bewölkten, bald klaren Himmel, bald Regen, bald Sonnenschein, bald Schnee, bald Hagel, bald Kühlung im Sommer und Wärme mitten im Winter, bald frostige Nächte im Sommer, bald laues Thauwetter im Winter hervor. Mit einem Worte: die Bewegung der Luft, der Wind macht eigentlich das Wetter, das heißt die Veränderlichkeit von Wärme und Kälte, von Trockenheit und Feuchtigkeit, die man eben unter Wetter versteht.

Woher aber entsteht der Wind?

Er entsteht aus dem Einfluß der Sonnenwärme auf die Luft.

Die ganze Erdkugel ist nämlich von einer Dunsthülle umgeben, die man Luft nennt. Diese Luft hat die Eigenschaft, daß sie sich ausdehnt, wenn sie warm wird. Legt man eine mit Luft gefüllte und gut zugebundene Schweins-

blase in die Röhre eines warmen Ofens, so dehnt sich die Luft in der Blase so aus, daß die Blase mit einem starken Knall zerplatzt. Die ausgedehnte warme Luft ist aber leichter als die dichte kalte Luft und steigt deshalb immer in die Höhe.

Hohe Stuben heizen sich daher schlecht, denn die warme Luft steigt in die Höhe zum Balken hinauf. In einem Zimmer ist es immer am Fußboden kühler, als am Balken. Darum friert man auch im Winter in der Stube weit mehr an den mit Strümpfen und Stiefeln versorgten Füßen, als an den nackten Händen, und wenn man in einem ziemlich kalten Zimmer auf eine Leiter steigt und der Stubendecke nahe kommt, wundert man sich, wie warm es da oben gegen unten ist. Die Stubenfliegen machen sich daher mit Recht im Herbst das Vergnügen, an der Zimmerdecke spazieren zu gehen, da dort sommerliche Wärme, wenn am Fußboden winterliche Kälte herrscht, denn die warme Luft steigt, weil sie leichter ist, nach oben.

Ganz so ist es auch auf der Erde. Die Sonne durchwärmt in der heißen Zone am Aequator die Luft fortwährend, die Luft steigt dort in die Höhe. Von beiden Seiten aber, sowohl von der nördlichen, wie von der südlichen Erdhälfte, strömt fortwährend kältere Luft hinzu, um die Lücke auszufüllen. Diese kältere Luft wird aber wiederum erwärmt und steigt in die Höhe und wieder strömt neue kalte Luft hinzu. Dadurch entsteht aber auch zugleich an den Polen der Erde ein luftleerer Raum, und nach diesem luftleeren Raum hin strömt die erwärmte Luft, die eben zur Höhe gestiegen war.

So entstehen die Strömungen in der Luft, die Jahr aus, Jahr ein, fortwährend stattfinden, und in diesen Strömungen wandert die Luft stets unten an der Erde von beiden Polen nach dem Aequator hin, während hoch

oben die erwärmte Luft von dem Aequator nach den Polen hinfließt.

Man sagt daher mit Recht, die Luft cirkulirt fortwährend unten von den Polen nach dem Aequator und oben hoch in der Luft von dem Aequator nach den Polen.

Wer Sinn hat für Beobachtung der Naturerscheinungen, dem wird im Leben schon ähnliches vorgekommen sein. Wenn im Winter ein starker Rauch im Zimmer ist, so öffnet man das Fenster und da wird schon Jeder die Bemerkung gemacht haben, daß oben zum offenen Fenster der Rauch hinausströmt auf die Straße, unten aber es den Anschein hat, als ob der Rauch zurückschlüge in das Zimmer. Das ist aber eine Täuschung und rührt nur daher, daß oben zum Fenster die warme Stubenluft hinausströmt und den Rauch mit sich nimmt, unten am Fenster aber strömt dafür kalte Luft ein und drängt den Rauch, der unten ist, zurück in die Stube. — Bei solcher Gelegenheit kann nun der aufmerksame Beobachter sehen, wie zwei Luftströmungen oben und unten gerade entgegengesetzt sich bewegen, während sie in der Mitte sich verdrängen und eine Art Wirbel bilden, was man an der Bewegung des Rauches ebenfalls recht gut merken kann.

Auf der Erde findet ein ähnlicher Zustand fortwährend statt und wir werden sehen, welchen großen Einfluß dies auf das Wetter hat.

IV. Die festen Regeln der Witterungskunde.

Die Luft, die fortwährend von der heißen Zone aufsteigend nach den Polen der Erde fließt und von den kalten Zonen nach den heißen hin cirkulirt, ist die Grundquelle des Windes, der die Wärme fortwährend vertheilt, denn die kalte Luft, die von den Polen heranströmt, kühlt die heißen

Gegenden, die warme Luft, die von dem Aequator nach den kalten Gegenden hinabfließt, erwärmt diese um etwas.

So kommt es denn, daß es oft in kalten Gegenden nicht so kalt ist, wie es eigentlich sein würde, wenn die Luft nicht cirkulirte, und daß regelmäßig in heißen Gegenden die Hitze den Grad nicht erreicht, den sie haben würde, wenn die Luft unbeweglich über der Erde wäre.

Hieraus also sehen wir die Grundursache des Windes. Allein das wäre immer nur ein Wind nach bestimmter und einer und derselben Richtung, käme da nicht noch etwas anderes hinzu, so gäbe es eigentlich nur zwei Arten von Wind, einen Wind über die Erdoberfläche, der vom Pol zum Aequator zieht, also bei uns der Nordwind, und einen zweiten Wind, der oben in der Luft vom Aequator nach dem Pol geht, also bei uns der Südwind.

Es tritt aber hierbei noch etwas hinzu, das diesen Zustand wesentlich verändert. Die Erde nämlich dreht sich in 24 Stunden um ihre Axe von Westen nach Osten und die Luft macht diese Bewegung mit. Da aber bei solcher Umdrehung diejenigen Theile, die dem Aequator näher liegen, sich mit weit größerer Geschwindigkeit bewegen müssen als die, welche dem Pol nahe sind, so läßt es sich bei einigem Nachdenken leicht einsehen und ist auch bewiesen, daß die Luft, die unten von dem Pol nach dem Aequator zuströmt, fortwährend über einen Erdboden vorschreitet, der sich schneller nach Osten hinbewegt als sie, während oben die Luft, weil sie vom Aequator herkommt, noch mit der Schnelligkeit sich nach Osten bewegt, die sie am Aequator hatte und wenn sie nach dem Pol wandert, immerfort über Strecken hinzieht, die eine mindere Schnelligkeit nach Osten haben, als sie.

Hierdurch entstehen die Winde, die man Passatwinde nennt und die für die Schifffahrt so außerordentlich wichtig sind. Es ist dies der Wind, der auf unserer Halbkugel in

der unteren Luftschicht von Nordosten kommt, während er in der oberen Luftschicht südwestlich ist. Auf der anderen Halbkugel dagegen ist der Passat in der unteren Luftschicht südöstlich, während er in der oberen nordwestlich weht.

Hieraus nun entspringen die festen Witterungsregeln.

Man macht sich nämlich eine ganz falsche Vorstellung, wenn man glaubt, daß der Wind und das Wetter zwei verschiedenen Dinge sind. Wetter ist nichts anders als der Zustand der Luft. Ein kalter Winter, ein kalter Frühling, ein kalter Sommer, ein kalter Herbst bestehen nicht etwa darin, daß die Erde selber, oder der Flecken, auf dem wir leben, kälter ist, als sonst, denn wenn man ein Loch in die Erde gräbt, so findet man, daß weder das kalte noch das warme Wetter Einfluß haben auf die Wärme unter der Oberfläche der Erde. Schon in einer Tiefe von dreißig Zoll spürt man keinen Unterschied mehr zwischen der Wärme des Tages und der Kälte der Nacht. In einem Keller, der 60 Fuß tief liegt, fühlt man keinen Unterschied mehr zwischen dem heißesten Sommer und dem kältesten Winter, denn unter der Oberfläche der Erde existirt der Unterschied der Witterung nicht. Die Witterung besteht nur in der Luft und hängt nur ab vom Winde.

Wir haben bereits gesagt, daß es feste Regeln der Witterung giebt, das heißt, es giebt feste Regeln der Bewegung des Windes, aber wir haben auch hinzugefügt, daß es außerordentlich viel Ursachen giebt, die diese festen Regeln stören, und dadurch die Berechnung des Wetters im Voraus für jetzt zur Unmöglichkeit machen.

Die festen Regeln des Wetters haben wir nun kennen gelernt. Sie sind hervorgerufen erstens durch den Lauf der Sonne, zweitens durch die Cirkulation der Luft von den Polen zum Aequator und vom Aequator zu den Polen und drittens von der Umdrehung der Erde, durch welche die Passatwinde entstehen.

Alle diese Dinge sind genau zu berechnen und sind auch berechnet, und somit ist die Grundlage für die Witterungskunde vorhanden; wir werden aber im nächsten Artikel sehen, welche Schwierigkeiten noch andere Dinge der Witterungskunde entgegen stellen und wie diese sich nicht berechnen lassen.

V. Die Luft und das Wasser in ihrer Beziehung zum Wetter.

Wir wollen nun die Umstände näher kennen lernen, welche die regelmäßigen Luftströmungen stören und demnach die berechenbaren Winde unberechenbar und die Witterung namentlich in unseren Gegenden so unregelmäßig machen.

Der Hauptumstand liegt darin, daß weder die Luft noch die Erde allenthalben von gleicher Beschaffenheit sind.

Jede Hausfrau, die einmal Wäsche getrocknet hat, weiß es, daß die Luft Feuchtigkeit in sich aufnimmt, wenn sie an feuchten Gegenständen vorüberstreicht. Die Hausfrau, die ihre Wäsche recht schnell trocknen will, hängt sie dort auf, wo der Wind sein Spiel treibt und sie hat auch recht, wenn sie sagt, daß der Wind die Wäsche schneller trocknet, als der ruhigste Sonnenschein.

Woher aber kommt das?

Das kommt daher, daß trockene Luft, wenn sie nasse Gegenstände berührt, die Feuchtigkeit in sich aufsaugt, dadurch trocknet der nasse Gegenstand ein wenig; wenn es nun nicht windig ist, so bleibt die feuchte Luft auf dem feuchten Gegenstand und die Abtrocknung geschieht nur sehr langsam; sobald sich aber ein wenig Wind erhebt, führt dieser die feuchtgewordene Luft weg und bringt immer neue und trockene Luft mit dem feuchten Gegenstand in neue Berührung und die Austrocknung erfolgt sehr schnell.

Nicht die Erwärmung trocknet die Wäsche, denn im Winter, wo es so kalt ist, daß die Wäsche auf der Leine steif friert, trocknet sie dennoch, sobald es nur recht windig ist; sondern eben der Wind trocknet, der immer frische trockene Luft durch die aufgehängte Wäsche streichen läßt. — Jede Hausfrau weiß es, daß, wenn sie die Stube gescheuert hat, die Dielen am schnellsten trocknen, wenn sie Thür und Fenster öffnet und eine recht tüchtige Zugluft in der Stube macht; starkes Heizen würde lange nicht so gut wirken.

Hieraus kann man lernen, daß die Luft Wassertheilchen in sich aufnimmt und es wird nun Jedem erklärlich sein, woher es kommt, daß Wasser, welches man in einem Glase am offenen Fenster Tagelang stehen läßt, immerfort weniger wird, bis es endlich ganz und gar verschwindet und das Glas trocken wird. Wo blieb das Wasser? Die Luft hat immerfort ein wenig davon getrunken, hat es in sich aufgesogen, bis es nach und nach ganz ausgetrunken wurde.

Was aber macht die Luft mit all' dem Wasser, das sie austrinkt? Die Luft strömt über das Weltmeer hin, über Seen, über Ströme, über Flüsse, über Quellen, über feuchte Wälder und Wiesen und allenthalben nimmt sie Wassertheilchen in sich auf. Wo bleiben all die Wassertheilchen?

Die Wassertheilchen verdichten sich und bilden Wolken und fallen bald als Nebel, bald als Regen, bald als Schnee, bald als Hagel nieder.

Es herrschen über diese Witterungs-Erscheinungen die unklarsten Vorstellungen, selbst unter ganz gebildeten Menschen.

Es denken sich viele die Wolken als eine Art von Schlauch, worin der Regen steckt, den die Wolken zuweilen fallen lassen. Aber das ist ganz und gar falsch. Die Wolken sind nichts als Nebel in der Höhe, der Nebel ist nichts als eine Wolke auf der Erde.

Man kann sich sehr leicht eine richtige Vorstellung von

der Bildung des Nebels und des Regens machen, wenn man nur auf sich selber Acht giebt.

Jedermann, der sich im Winter schon einmal in die Hände gehaucht hat, um sie zu erwärmen, wird bemerkt haben, daß die Hände von dem Hauch naß geworden sind. Man haucht auf die trockene Fensterscheibe und man hat eine feine Wasserschicht darüber. Woher kommt das? Das kommt daher, daß die Luft, die wir ausathmen, auch Wassertheilchen aus unserm Blute mit sich führt. In warmer Luft sehen wir diese Wassertheilchen nur nicht, denn sie sind luftförmig, dahingegen weiß Jeder, daß diese Wassertheilchen sofort sichtbar werden, sobald es kühl ist, daß sie einen Nebel bilden, wenn man im Winter im kalten Zimmer ist; daß sie ordentliche Tropfen bilden, wenn man die Wassertheilchen des Athems gegen kalte Gegenstände haucht, ja daß sie sogar frieren und zu Schnee werden, und bei tüchtigem Frost am Schnurbart sich sogar als Eiszapfen anhängen, wenn man zur Erwärmung bei starker Kälte einen tüchtigen Gang in's Freie gemacht hat.

Hier hat man ein kleines Beispiel, wie die Wassertheilchen des Athems unsichtbar sind in der Wärme, wie sie bei kälterer Luft schon als Nebel erscheinen, bei noch kälterer sich zu Tropfen sammeln, bei strengerem Frost sogar zu Schnee werden und bei noch tüchtigerer Kälte sogar zu Eis zusammenfrieren.

VI. Nebel, Wolken, Regen und Schnee.

Die Luft, die Wassertheilchen aufsaugt an allen Theilen der Erde, macht es mit diesem Wasser eben so, wie der Hauch unseres Athems, der Wassertheile in sich hat.

So wie eine Luftschicht, die Wassertheilchen in sich hat, mit einer kälteren Luftschicht zusammentrifft, so fließen die luftförmigen Wassertheilchen sofort zu einem Nebel zusammen.

Aber Nebel ist, wie gesagt, nichts anderes als Wolke. Wer in Gebirgsgegenden gereist ist, wird dies oft genug beobachtet haben. Von unten sieht man oft, daß die Spitze eines hohen Berges in Wolken gehüllt ist und man glaubt Wunder, was für Neues sehen zu können, wenn man hinaufgeht, um sich die Wolke in der Nähe zu beschauen. Kommt man aber hinauf, so sieht man eben nichts vor sich und um sich als Nebel, den man schon so oft gesehen hat, ohne auf Berge zu steigen. Der Unwissende, der nun glaubt, daß die Wolke etwas anderes als Nebel und im Wahn ist, daß die Wolke, die er von unten gesehen, während des Besteigens des Berges wohl verschwunden sei, und nur einen Nebel zurückgelassen habe, der wird nicht wenig erstaunen, wenn er wieder am Fuß des Berges ist, die Wolke wieder oben zu sehen und wahrzunehmen, daß er wirklich da oben in den Wolken umhergewandelt ist.

Die Wassertheilchen der Luft bilden also Nebel, oder, was dasselbe ist, sie bilden Wolken, sobald sie in eine kältere Luftschicht gerathen. Aber die Wolke ist noch immer kein Regen, sondern es hängt von Umständen ab, ob sich nun auch Regen bildet oder nicht. Es läßt sich leicht übersehen, wie diese Umstände sind. Zieht über die Luftschicht, in der sich Wolken gebildet haben, wieder eine wärmere und trockene Luftschicht, so saugt die neue Luftschicht wieder die Wassertheilchen auf. Es geht der feuchten Luft ganz so, wie es der nassen Wäsche geht: die trockene Luft nimmt ihr die Wassertheilchen fort. Die Wolken lösen sich auf, der Himmel wird heiter und es regnet nicht. Strömt aber zu der wolkigen Luft noch kältere heran, dann verdichten sich die Wassertheilchen noch mehr, aus der Wolke werden lauter kleine Wassertropfen; diese Wassertropfen sind zu schwer, um sich in der Luft schwebend zu erhalten und fallen dann herunter als Regen.

Während des Fallens vergrößert sich der Tropfen immer

mehr durch die Wassertheilchen der Luft, durch die er fällt; und so kommt es, daß der Regen oft die Erde erreicht in Form von großen Wassertropfen, während er, als er wirklich zu fallen anfing, nur kleine Tropfen bildete. In der That sind auf den Dächern die Regentropfen kleiner, als die, welche auf die Straße fallen, und der Unterschied ist so groß, daß auf das Dach des Königlichen Schlosses in Berlin durch das Jahr 4½ Zoll weniger Regen fällt, als auf den Schloßplatz.

Es wird sich nun Jeder leicht vorstellen können, wie in ähnlicher Weise der Schnee entsteht. Wenn nämlich eine feuchte Luftschicht einer sehr kalten begegnet, so fängt der Nebel an zu frieren und wird zu ganz feinen Schneeflöckchen. Auch diese vergrößern sich beim Fallen und kommen dann in großen Schneeflocken herab.

Bei Gelegenheit einer Schilderung, über die Bildung des Schnees in der Luft, erzählt Professor Dove in Berlin eine Anekdote, die eben so interessant wie lehrreich ist. In Petersburg nämlich gab ein Minister ein Konzert in einem großen Saal, wo die vornehme Welt sich sehr zahlreich einfand. Draußen war eine eisige Winternacht, wie man sie in unsern Gegenden gar nicht kennt; in dem überfüllten Saal aber herrschte eine Hitze, wie sie nur Russen vertragen können. Aber die Hitze wurde bald auch den Russen zu viel. Es war eine zu große Menschenmasse beisammen, das Gedränge war gefährlich, mehrere Damen wurden ohnmächtig. Man wollte ein Fenster öffnen; aber es ging nicht, es war fest eingefroren, da wußte ein tapferer Offizier schnell Rath: er schlug das Fenster ein. — Und was geschah? — es schneite im Konzertsaal. Wie ging dies zu? — Der Wasserdunst, den die große Menge Menschen im Saale ausathmete, schwebte in der Höhe des Saales, wo es am heißesten war, in der Luft, der plötzliche Eintritt der eisigen Luft durch das zerbrochene Fenster verwandelte die Wasser-

theilchen in Schnee und so sendete hier nicht der Himmel, sondern der mit Wasserdunst gefüllte Raum eines Konzertsaales Schneeflocken hernieder.

In ähnlicher Weise bilden sich auch Hagel und sogenannte Graupenschauer in der Luft, was wir später noch näher betrachten werden. Zunächst aber haben wir jedoch den Einfluß dieser Erscheinungen auf die Kälte und auf die Wärme näher zu betrachten, denn es ist eine Thatsache, daß nicht nur Kälte und Wärme Regen und Wasserverdunstung erzeugen, sondern auch umgekehrt: Regen und Wasserverdunstung erzeugen wiederum Wärme und Kälte in der Luft.

VII. Wie Wärme gebunden wird und wie Wärme frei wird.

Wir haben eben nachgewiesen, wie warme Luft Wasserverdunstung erzeugt und wie Kälte dann wieder Regen und Schnee verursacht; wir haben nun nachzuweisen, wie auch umgekehrt Wasserverdunstung und Regen Kälte und Wärme hervorrufen.

Obgleich das, was wir hier nachweisen wollen, wissenschaftlich so fest steht, wie nur irgend etwas in der Welt, so ist es doch nicht leicht, dies ganz deutlich zu machen; weshalb denn auch die meisten gebildeten Menschen, die viel gelesen haben über „gebundene und freie Wärme", sich ganz falsche Begriffe davon machen.

Um das, was wir jetzt sagen wollen, ganz deutlich darzuthun, müssen wir wiederum zu Beispielen aus dem gewöhnlichen Leben greifen und dabei doch unsere Leser ersuchen, uns mit ihrem eigenen Nachdenken ein wenig zu Hilfe zu kommen.

Jedermann weiß, wie man Wasser kocht. Man setzt kaltes Wasser über Feuer und die Wärme des Feuers

theilt sich dem kalten Wasser mit, so daß es wärmer und wärmer wird. Wo bleibt also die Wärme des Feuers? Sie wird vom kalten Wasser aufgenommen; das Wasser verschluckt gewissermaßen die Wärme. Daher kommt es, daß ein Ofen, worin die arme Hausfrau ihr Mittagbrot kocht, lange nicht so warm wird, als er geworden wäre, wenn sie dasselbe Brennmaterial verbraucht hätte, ohne dabei ihr Mittagbrot zu kochen. Die Hausfrau hat kaltes Wasser in den Ofen gesetzt, die Wärme, die das Wasser in sich aufgenommen, konnte den Ofen also nicht heizen und es fehlt dem Ofen somit eine ganze Portion Wärme, die das Wasser in sich hinein geschluckt hat.

Wie aber ist es, wenn man das kochende Wasser herausnimmt aus dem Ofen und es in die Stube hinstellt?

Jedermann weiß es, daß dann das Wasser nach und nach kalt und kälter wird. — Wo bleibt die Wärme? Das Wasser giebt die Wärme wieder von sich.

Es sieht wohl Jeder ein, daß das Wasser die Wärme verschluckt hatte, so lange es am Feuer war und daß es die Wärme wieder von sich gab, als es in die kältere Stube gebracht wurde.

Was wird aber aus Wasser, wenn man es immerfort Wärme verschlucken läßt? Was wird aus einem Kessel Wasser, wenn er in's Kochen geräth und man ihn nicht vom Feuer nimmt? Verschluckt dieses Wasser noch immerfort Wärme?

Die Beobachtung zeigt, daß dies nicht der Fall ist. Ein Thermometer, den man in's kochende Wasser steckt, steigt bis auf 80 Grad, aber nicht weiter; es ist vielmehr ganz bekannt, daß das Wasser kocht und beim Kochen immer weniger wird. Die Frauen sagen: das Wasser kocht ein! — In Wahrheit aber kocht das Wasser aus, denn wenn man Acht giebt, so nimmt man wahr, daß das Wasser sich im Kochen in Dampf verwandelt, der aus dem Kessel

hinaussteigt und sich in der Luft verbreitet. — Wo aber bleibt die Wärme, die fortwährend vom Wasser verschluckt wird? Die Wärme steigt mit dem Dampf in die Höhe und schwimmt mit dem Dampf in der Luft herum; oder richtiger, die Wärme ist jetzt vom Dampf verschluckt, oder was dasselbe ist: die Wärme ist im Wasserdampf gebunden. Man sagt daher ganz richtig: Man verbraucht Wärme, um Wasser in Dampf zu verwandeln.

Wir wissen also, wo die Wärme steckt: sie ist im Wasserdampf gebunden.

Kann auch diese Wärme wieder frei werden? — Ganz gewiß; und die wackere Hausfrau, die sich nicht scheut am Herd zu stehen, die wird es auch schon gefühlt haben, wenn sie auch darüber noch nicht nachgedacht haben sollte. Wenn die Hausfrau unversehens mit der Hand an den Theekessel kommt, gerade dort, wo der Dampf ausströmt, so wird sie merken, wie ihre Hand plötzlich naß, aber auch tüchtig verbrüht worden ist. — Woher kam das? — Die Hand wurde naß durch den Dampf, der sich wieder in Wasser verwandelte, als er auf die kältere Hand kam; aber in demselben Augenblick gab auch der Dampf seine Wärme ab an die Hand und verbrühte dieselbe. Der Dampf also, der sich in Wasser verwandelt, giebt die verschluckte Wärme wieder von sich, das heißt: die gebundene Wärme wird wieder frei.

Diese Erscheinung, die man in jeder Küche beobachten kann, geht in großem Maaßstab auch in der Natur vor und von welch gewaltigem Einfluß dies auf das Wetter ist, das wollen wir in dem folgenden Artikel zeigen.

VIII. Die gebundene Wärme macht kalt, die freie Wärme macht warm.

Wer darüber nachdenkt, wie Wasser, wenn es erwärmt wird, sich in Dampf verwandelt und wie dieser Dampf die

ganze Portion Wärme verschluckt hat, die nöthig war, um ihn herzustellen, der wird leicht begreifen, daß Gegenden, wo sich Wasserdunst bildet, sich abkühlen müssen. — Ganz so wie das Feuer, das zum Kochen verbraucht wird, den Ofen nicht warm machen kann, ganz so kann die Wärme des Sonnenlichtes, welche das Wasser auf der Oberfläche der Erde in Wasserdunst verwandelt, die Erde nicht erwärmen.

Daraus folgt, daß allenthalben, wo Wasser verdunstet, es kühl wird, denn die Wärme wird verbraucht zur Bildung des Wasserdunstes, der Wasserdunst hat diese Wärme in sich, oder wie man sich wissenschaftlich ausdrückt: der Wasserdunst bindet die Wärme.

Wenn es im Sommer recht drückend heiß ist, und ein tüchtiger Regenschauer kommt, so ist es während des Regens erst noch drückender, aber nach dem Regen kühlt sich, wie man zu sagen pflegt, das Wetter ab. Woher kommt dies? Das kommt daher, daß nach dem Regen die Oberfläche der Erde naß ist und nun die Feuchtigkeit zu verdunsten anfängt, das Regenwasser verwandelt sich wieder in Dunst. Hierzu aber ist Wärme nöthig, und diese Wärme wird der Luft und der Erdoberfläche daher entzogen; dadurch werden Luft und Erde kühl.

In Städten, wo im Sommer die Straßen fleißig mit Wasser besprengt werden, ist es nicht nur angenehm, sondern auch gesund, denn das Verdampfen von Wasser bindet die Wärme und kühlt so die Luft ab.

Es ist aber auch das Umgekehrte der Fall. Ganz so wie die Hausfrau sich die Hand verbrüht, wenn sich der Wasserdampf auf ihrer Hand in Wasser verwandelt, ganz so wie hier der Wasserdampf die Wärme, die er in sich hatte, von sich gab, indem er wieder Wasser wurde, ganz so ist es in der großen Natur. Wenn in der Luft der Wasserdampf sich in Regen verwandelt, so giebt er die

Portion Wärme, die er gebunden hatte, wieder heraus und es wird vor dem Regnen und vor dem Schneien wärmer.

Wenn es im Winter lau wird, das heißt, wenn plötzlich die Kälte nachläßt, so weiß man, daß man Schnee bekommt. Denn es ist eben nur darum wärmer geworden, daß sich oben in der Luft der Wasserdampf in Schnee verwandelt und seine Wärme abgegeben hat. Wenn im Sommer die Sonne so recht sticht, so sagen die Leute: die Sonne zieht Wasser, es wird regnen. Das Wahre daran ist, daß wirklich sich in der Luft der Dampf in Wasser verwandelt und die Wärme von sich giebt, so daß die Leute meinen, die Sonne sei heißer geworden. Daher aber kommt es auch, daß in Ländern, wo viel Wasser ist, es im Sommer kühl ist, weil viel Wasser da verdunstet und Wärme verschluckt und im Winter wärmer, weil viel Wasserdunst sich in Wasser verwandelt und so Wärme frei läßt.

Und dies hat einen ungeheuern Einfluß auf das Wetter, einen Einfluß, der sich vorausberechnen läßt.

Um ein Beispiel anzuführen, so ist die Lage von Berlin und London so, daß in beiden Städten die Sommerhitze und die Winterkälte gleich sein müßte. Aber weil ganz England eine Insel im Meere, also ungemein stärker von Wasser umgeben ist, ist die Wasserverdunstung in London viel größer, also der Sommer dort kühler; und Regen und Nebel sind dort viel häufiger, also der Winter dort weit weniger streng.

Wir werden nun in der Folge sehen, wie ähnliche Verhältnisse von größtem Einfluß auf ganze Länder sind und dadurch ganz gegen die Regel, oft kalte Sommer und warme Winter verursachen.

IX. Witterungsregeln und Störungen derselben.

Sehen wir nun auf die Naturerscheinungen in der Luft im Ganzen und Großen, so sind sie freilich berechenbar, und man kann die Witterung im Allgemeinen für große Länderstrecken mit einiger Sicherheit vorhersagen. Ja, es giebt Länder, wo das Wetter gar nicht wetterwendisch ist, sondern in bestimmten Zeiten nach ganz bestimmten Regeln sich ändert.

In Ländern, in der Nähe des Aequators, wo die Sonnenhitze sehr groß ist, herrscht während des dortigen Sommers Hitze, Windstille und Trockenheit. Hitze durch die Sonne verursacht, Windstille, weil die Luft sich erwärmt und nach oben hinaufsteigt, und Trockenheit, weil durch die Hitze alles Wasser in der Luft sich in Wasserdampf verwandelt. Diese Witterung hält dort regelmäßig an, bis der dortige Winter herankommt, wo aber doch niemals Frost eintreten kann, weil die Sonnenstrahlen immer noch sehr wenig schief auf die Ebene der Erde fallen. Aber dadurch, daß die Sonne die Erde nicht mehr so sehr erwärmt, behält auch die Luft die Wärme nicht mehr und die von den Polen zuströmende kältere Luft macht es, daß der Wasserdunst sich wieder in Wasser verwandelt und der Winter dort eben nur in einer langen ununterbrochenen Regenzeit besteht.

Für die wärmeren Länder sind daher die Witterungsregeln ziemlich beständig und sicher und man wird dort nicht durch solche Unregelmäßigkeiten überrascht, wie in unsern Gegenden. Im dortigen Sommer Hitze, Windstille und Trockenheit und im dortigen Winter Ostwinde, Gewitter und fortwährender Regen. — Hört dieser Regen auf, so ist in wenigen Tagen wieder der Sommer da, und das Land blüht wieder und trägt wieder Früchte.

Dies ist aber nur in den Gegenden der Fall, die dem Aequator nahe sind. Je weiter man sich von dort nach

den Polen entfernt, desto verschiedener wird der Sommer und der Winter, die Tages- und die Nachtlänge, die Hitze und die Kälte und somit auch der Zustand der Luft und das eigentliche Wetter.

Blicken wir hierbei auf die Gegenden, in welchen wir leben, so ist es gerade das nördliche Europa, wo das Wetter am unregelmäßigsten ist. Den Grund dieser Unregelmäßigkeiten können wir jetzt näher angeben.

Wir leben nahe zu in der Mitte zwischen dem Pol und dem Aequator der Erde. Vom Pol her weht immerfort ein kalter Wind, also der Nordwind; und oben in der Luft strömt fortwährend ein warmer Wind vom Aequator her, also ein Südwind. Durch die Umdrehung der Erde wird der Nordwind ein östlicher, also ein Nordost, und der obere Südwind westlich, also ein Südwest. Der Nordostwind kommt aus kalten Gegenden, er führt also keinen Wasserdunst mit sich; wir haben also bei Nordostwind klaren Himmel, folglich haben wir Sonnenschein, aber keine Wärme. Haben wir diesen Wind im Winter, so bringt er uns trockenen Frost, wo am Tage die Sonne herrlich scheint und in der Nacht die Sterne köstlich funkeln, aber bei dem heitern Himmel der Hauch uns vor dem Munde gefriert. Dieser Wind auch ist es, der öfter in den ersten Tagen des Frühlings herrscht, wo wir neben dem prächtigsten Sonnenschein oft im Schatten empfindliche Kälte verspüren. Dies ist auch ganz natürlich. Der Wind weht vom Nordpol her, wo Eis und Schnee erst im Schmelzen begriffen sind und die Sonnenwärme zu diesem Schmelzgeschäft verbraucht wird, also die Luft nicht erwärmen kann.

Solche Witterung würde bei uns auch die regelmäßige sein; allein die obere wärmere Luft strömt, wie wir bereits wissen, vom Aequator nach dem Pol hin und wir leben gerade in der Gegend, wo diese wärmere Luft hinabdringt in die kalte und in weiten breiten Strecken den Erdboden

berührt und so warme Luftströmungen verursacht, die mit kalten abwechseln.

Was am Aequator wirklich über einander geschieht, geschieht bei uns meist neben einander. Dort fließt der kalte Luftstrom unten und der warme oben; in unsern Gegenden aber begegnen sich beide Luftströmungen in der Nähe des Erdbodens, kämpfen oft mit einander, suchen sich zu verdrängen, wechseln und wälzen sich über Länder hin und her und bringen die verschiedensten Wetter durch einander zum Aerger aller Wetterpropheten und zur Erschwerung der wissenschaftlichen Lösungen der Witterungskunde.

Wir wollen im nächsten Artikel sehen, wie dieser Zustand und die Lage unserer Gegend die Ursache ist, daß bei uns das Wetter so wetterwendisch ist.

X. Unsere wetterwendische Lage.

Wir haben bereits deutlich zu machen versucht, woher die Witterung bei uns so unbeständig und unberechenbar ist. Es rührt dies daher, daß in unseren Gegenden die wärmere Luftströmung, vom Aequator her, nicht mehr oben über dem kälteren Luftstrom fortfließt, sondern hier schon herabsteigt und neben und gegen den kälteren Luftstrom hinzieht. Hier entsteht sehr oft ein Kampf warmer und kalter Luftströmungen mit einander. Im Sommer erleben wir solchen Kampf sehr oft. Der Himmel ist öfters heiter, die Sonne scheint mit mächtigen Strahlen hernieder und im Schatten erquickt uns ein kühlender Luftstrom, der den Himmel klar und licht erhält und kein Wölkchen an demselben erscheinen läßt. Da mit einem Male tritt Windstille ein. Es wird nun auch im Schatten unerträglich heiß. Die Bäume stehen kerzengrade und kein Blättchen rührt und regt sich. Die vollkommene Windstille wird unerträglich

und beängstigend. Man spricht von der trügerischen Ruhe, die vor dem Sturme hergeht und eilt, um schnell unter Dach zu kommen — und wirklich, es dauert nicht lange, da erhebt sich ein Gegenwind, die Wetterfahne macht kehrt, der Staub auf den Straßen wirbelt tanzend in der Runde und erhebt sich hier und dort zu einer schlanken Säule und staut sich zu einer Staubwolke auf, die Häuser hoch emporsteigt. Plötzlich fangen sich Wolken zu bilden an, die Bäume schütteln ihre Kronen, das Laub rauscht auf und ehe man sich's versieht, ist Sturm und Gewitter und heftiger Regen da, der die heiße Erde schnell wieder abkühlt.

Woher kam dieses Wetter und woher namentlich die Windstille, die ihm voranging, und der Wirbelwind, der darauf folgte?

Es kam daher, daß zwei entgegengesetzte Luftströmungen, die eine Zeit lang sich aus dem Wege gingen, sich jetzt an unserem Orte begegneten. Beide Luftströme drängten sich einige Zeit aufeinander mit gleicher Kraft, so daß sie sich beide gegenseitig zum Stehen brachten und das erscheint uns als Windstille. Aber solch ein Gleichgewicht hält nicht lange an, die eine oder die andere Luftströmung muß überwiegen, sie wirbeln durch einander und treiben den Staub zu hohen Säulen auf, sie erfassen die Bäume und rütteln sie durch einander. Der kalte Luftstrom macht den Wasserdunst des warmen Luftstromes zu Wolken und wandelt ihn in Regen um. Der niederrauschende Regen läßt plötzlich die Wärme frei, bei welcher Gelegenheit elektrische Erscheinungen, Blitze erfolgen, die von Donnerschlägen und Lufterschütterungen begleitet sind. Und dieses Unwetter hält an, bis die eine oder die andere Luftströmung den Sieg davon getragen und ein beständigeres Wetter dann darauf folgt.

Außer diesen sich begegnenden Luftströmungen, die eigentlich von dem Süden und dem Norden herrühren, wird das Wetter in unserer Gegend noch dadurch sehr unbeständig,

daß unsere Nachbarschaft in Ost und West außerordentlich verschieden beschaffen ist.

Ein Blick auf die Landkarte überzeugt Jeden, daß wir im Osten an Asien grenzen, an eine große ungeheure Länderstrecke; im Westen jedoch haben wir das Meer zum Nachbar, also eine große, weite Wasserwüste. Wir wissen nun bereits, daß die Luft über Wasser mit Wasserdämpfen getränkt ist, während die Luft über Länderstrecken verhältnißmäßig trocken ist. Die feuchte Luft hat Wärme in sich, die trockene ist kühl, gleichwohl strebt die Luft nach einem Gleichgewicht und tauscht sich gegenseitig aus. Da wir aber gerade in der Mitte liegen, bekommen wir bald von dieser, bald von jener mehr oder weniger ab. Das Wetter gleicht bei uns sehr oft der Politik. Es kommt bald von Rußland, bald von England zu uns herüber und öfter noch kämpft auf unserem Grund und Boden die dürre Luft Rußlands mit der wasserdampfreichen Englands und macht daher die Wetterbestimmung äußerst schwierig, ja fast unmöglich.

XI. Die Schwierigkeit und die Möglichkeit der Wetterverkündigungen.

Nachdem wir nunmehr die festen Regeln der Witterungsverhältnisse näher dargelegt und auch nachgewiesen haben, wie gerade in unserer Weltgegend die Witterung so schwierig zu berechnen ist, wollen wir diese Schwierigkeit noch etwas näher kennen lernen, indem wir die falschen Wege bezeichnen werden, die man bisher in Erforschung der Witterungskunde eingeschlagen hat.

Die Schwierigkeit, für einen bestimmten Ort das Wetter zu prophezeihen, liegt darin, daß das Wetter niemals dort zum Ausbruch kommt, wo es entsteht. So ist z. B. das morgende Wetter in Berlin nicht eine Folge des Luftzustandes, der heute in Berlin herrscht, denn die Luft ist in

Fortbewegung begriffen und wird von Strömungen über Stadt und Land hinweggetrieben. Wir haben kein sicheres Mittel, um zu erkennen, woher morgen der Wind einherströmen wird. Wir wissen nur, daß gleichzeitig aus allen Weltgegenden Luftströme im Umherziehen sind. Vom Pol ein kalter Luftstrom, vom Aequator her ein warmer, vom Meer im Westen her ein feuchter, vom asiatischen Festland im Osten her ein trockener. Alle diese Winde sind fortwährend in Thätigkeit und hängen wiederum genau mit ihrer von uns noch entfernteren Nachbarschaft zusammen. Wollte man aus dem heutigen Berliner Wetter das morgende prophezeien, so müßte man eine Strecke von ein Paar hundert Meilen mit einem Blicke übersehen können. Das heißt, man müßte erst berechnen, welch ein Wetter heute im ganzen hundertmeiligen Umkreis von Berlin stattfindet. Man müßte die Richtungen aller Winde, die auf dieser großen Strecke herrschen, kennen, müßte ihre Stärke messen, müßte wissen, ob sie viel oder wenig Feuchtigkeit enthalten und dann erst könnte man eine Berechnung anstellen, mit welcher Geschwindigkeit das eine oder das andere Wetter bei uns eintreffen, welche Erscheinungen ein Zusammentreffen von zwei oder mehreren Luftströmungen über Berlin hervorrufen und welches Wetter dies bei uns zu Wege bringen wird.

Daher ist das Wetter für den jetzigen Zustand der Witterungskunde nur ein Gegenstand der Forschung vorhandener Erscheinungen und nicht ein Gegenstand des Vorhersagens kommender Erscheinungen. Freilich giebt es Regeln der Wahrscheinlichkeit. Beginnt für uns der Winter mild, das heißt: herrschen Südwestwinde und Regen bis in den Januar hinein, so ist es höchst wahrscheinlich, daß das nöthige Gleichgewicht sich herstellen wird durch einen im Spätwinter eintretenden Nordost. Man sagt daher ganz mit Recht, daß auf grüne Weihnachten weiße Ostern

folgen; aber eine untrügliche Regel ist es nicht, denn die Ausgleichung kann durch heftige Stürme schneller und früher, oder durch milde Luftströme langsam und später erfolgen.

Erst wenn man dahin kommen sollte, daß Stationen zur Witterungskunde durch das ganze Festland Europa's vorhanden und diese durch elektrische Telegraphen verbunden sind — ein Gedanke, der uns jetzt ungeheuer, aber unsern Kindern wahrscheinlich einst sehr einfach und natürlich klingen wird — erst dann wird man in Berlin z. B. am Sonnabend die Nachrichten aus allen Stationen erhalten, wie es um die Luftströme steht. An jedem Ort wird man die Stärke des Luftstromes, die Wärme, die Feuchtigkeit und die Schwere desselben genau durch Instrumente messen. Und dann freilich läßt sich's berechnen, welche Luftströme sich begegnen und wo sie sich begegnen werden, welche Wirkung die Begegnung haben wird, und — die Zeitungen werden am Sonntag erscheinen können mit einer ziemlich genauen Angabe, ob die Spaziergänger sich mit Paletot oder Fracks, mit Sonnen- oder Regenschirmen zu versehen haben.

Aber nicht für den Sonntag und für das Vergnügen allein wird dies dereinst von Wichtigkeit sein, sondern wie alle neuen Erfindungen und Einrichtungen werden solche telegraphisch verbundene Witterungs-Stationen erst in ihrem Bestehen ihren Segen in allen Zweigen des Lebens darthun, und unsere Enkel werden vielleicht nicht begreifen, wie uns nur das Leben erträglich schien, ohne solche Vorrichtungen, die ihnen so natürlich und einfach scheinen werden, wie uns jetzt schon Gaseinrichtung und Eisenbahnen einfach erscheinen, die unsere Vorväter als Träumereien oder Zaubereien weit von sich gewiesen haben würden.

XII. Die falschen Wetterpropheten.

Wir wollen hier nur noch in Kürze die falschen Wege bezeichnen, die man bisher in der Erforschung des Wetters und in seiner Prophezeiung eingeschlagen hat.

Die Wetterverkündigungen des Kalenders sind eine Schande unseres gebildeten Zeitalters und Diejenigen, die sie immer noch den Kalendern beidrucken, verdienen, daß man unwillig ihre Produkte von sich weise. Wir gehören nicht zu Denen, die Alles von den Behörden und ihren Machtsprüchen erwarten; aber diese sollten mit gutem Beispiel vorangehen und auch jedem Verleger, der die Thorheiten des hundertjährigen Kalenders dem Volke auftischt, die Materialien versagen, die sie für die Kalender liefern. Die Behörden haben hiezu um so mehr das Recht und die Pflicht, als die Wetterprophezeiungen auch leicht das in Mißkredit setzen, was von der Behörde selbst von astronomischem Material den Kalendern geliefert wird.

Gegenwärtig finden sich oft in den Zeitungen Anpreisungen gewisser Wetterverkündigungen, die ein Herr Schneider hier in Berlin herausgiebt. Angeblich berechnet Herr Schneider das Wetter durch den Lauf der Planeten und theilt die Planeten je nach der Stellung derselben zur Erde und zur Sonne in kalt- oder warmmachende ein und prophezeit hieraus, wie viel Grad Wärme bei Sonnenaufgang oder Untergang an jedem Tage des Jahres sein werden.

Bei ernstlicher Erwägung erweist sich aber diese ganze Prophezeiungsart sowohl theoretisch wie praktisch als Charlatanerie.

Es steht fest, daß die Stellung der Planeten für Berlin durchaus keine andere ist, wie die für Triest; giebt es kaltmachende oder warmmachende Stellungen der Planeten, so müßte mindestens die Wirkung für Berlin dieselbe sein,

wie für Triest. Das ist aber nicht der Fall. Triest hat oft kalte Zeiten, wenn Berlin warme hat und umgekehrt. Ueberhaupt müßte der erwärmende oder kühlende Einfluß von Planeten-Stellungen auf der ganzen Erde merkbar sein und das ist nicht im Entferntesten der Fall. Im Gegentheil trifft es ein, daß, wenn kalte Winde über einen Landstrich wehen, die warmen Winde über andere Länder dahinziehen. Es ist fast Regel, daß kalte Winter in Europa warme Winter in Amerika, und umgekehrt die warmen Winter in Europa kalte Winter in Amerika veranlassen. — Bei näherer Betrachtung kommt man auf die Vermuthung, daß Herr Schneider sich die Prophezeiungen sehr leicht macht. Er nimmt die mittlere Wärme jedes Tages und prophezeit auf gut Glück ein oder zwei Grad darüber oder darunter, und es läßt sich nachweisen, daß solche leichte Prophezeiung mindestens in fünfzehn Tagen eines Monats nahe eintreffen wird. Zuweilen freilich verkündet er auch außerordentliche Steigerung von Kälte oder Wärme für einen Tag, obgleich doch seine Planetenstellung nicht so plötzlich mit einem Tage sich ändert; aber solche Prophezeiungen treffen denn in der That nur selten ein.

Wie aber hilft sich Herr Schneider in solchen Fällen? Er läßt sich Berichte aus jenen Gegenden senden, wo Beobachtungen gemacht sind und da es wohl möglich ist, daß in Memel oder Danzig oder in Bornholm oder in Schleswig oder sonst irgendwo wirklich Reif gefroren hat, so noti t Herr Schneider dies in seiner von ihm herausgegebenen Vergleichung der berechneten und beobachteten Wärme als Ergebniß der Beobachtung, die dann freilich auffallend stimmen muß.

XIII. Hat der Mond Einfluß auf das Wetter?

Der Glaube, daß der Mond Einfluß habe auf die Witterung, ist ein sehr verbreiteter, nicht nur im Volke, sondern auch unter Gebildeten. Was diese zu solcher Annahme verleitet, ist nicht die wirkliche Beobachtung der Natur, sondern folgender Schluß, der einen Schein von Wahrheit für sich hat. Wenn — so sagen Viele — der Mond so viel Einfluß auf das Wasser des Meeres hat, daß er Ebbe und Fluth erzeugt, so muß er auf das Luftmeer noch weit größeren Einfluß ausüben und somit auch auf das Wetter von wesentlichem Einfluß sein.

An sich aber ist dies eine Täuschung. Schon der große Laplace hat bewiesen, daß die Schwere einer Flüssigkeit eine größere Ebbe und Fluth hervorruft. Wäre das Meer statt mit Wasser mit Quecksilber gefüllt, so würde Ebbe und Fluth eine furchtbare Höhe erreichen. An sich also ist Ebbe und Fluth in der Luft wohl vorhanden, aber verhältnißmäßig geringer, als im schweren Wasser. Zudem aber wohnen wir nicht an der Oberfläche der Luft, sondern in der untersten Schicht des Luftmeeres und die Einflüsse dieser Ebbe und Fluth sind so außerordentlich unmerkbar auf dieser untern Schicht, wo eigentlich das Wetter vor sich geht, daß man sie trotz der fleißigsten Barometer-Beobachtungen nicht hat bestimmen können.

Gleichwohl haben die Gelehrten so viel Respekt vor dem Volksglauben gehabt, daß gründliche Untersuchungen und Beobachtungen angestellt worden sind, um die Frage zu erledigen.

Die geführten Untersuchungen sind dreierlei Art gewesen.

Erstens, welchen Einfluß hat die Nähe oder die Entfernung des Mondes von der Erde auf das Wetter, in Bezug auf Kälte und Wärme? — Zweitens, welchen Einfluß hat dies auf Regen oder Trockenheit der Luft? Drittens,

hängt die Verschiedenheit der Witterung irgendwie mit dem Wechsel des Mondlichts zusammen?

Zur Beantwortung dieser Fragen haben verschiedene Naturforscher die genaueste Beobachtung von nahe 40 Jahren benutzt, in welcher Zeit tagtäglich drei bis sieben mal sowohl die Wärme der Luft, wie der Druck der Luft und endlich die Feuchtigkeit der Luft gemessen wurde. Nachdem nun diese Beobachtungen der Reihe nach untersucht worden sind, hat sich ergeben, daß freilich der Mond nicht ganz ohne Einfluß auf den Zustand der Luft ist; aber dieser Einfluß ist so außerordentlich gering, daß er für die Witterungskunde ganz und gar verschwindet.

Wenn der Mond der Erde am nächsten ist, so ist es freilich etwas kälter, als wenn er in der Erdferne ist; aber die Abnahme der Wärme beträgt durchschnittlich kaum ein fünftel Grad und dies ist eine Größe, die völlig unmerklich für das Wetter ist. — Was den Regen betrifft, so ist er gleichfalls in der Zeit, wo der Mond der Erde am entferntesten ist, etwas seltener, als in der Zeit der Erdnähe; aber auch dieser Unterschied ist außerordentlich klein. Bei tausend Fällen des Regens kommen auf die Zeit der Erdferne 488 Regentage, während auf die der Erdnähe 512 Regentage kommen.

Was den Luftdruck betrifft, so ist er in der Zeit, wo der Mond der Erde am entferntesten ist, freilich etwas größer, als zur Zeit der Erdnähe, aber der Unterschied ist noch bei weitem geringer, als bei der Wärme und dem Regen, und ist derart, daß man bei gewöhnlichem Barometer gar nichts davon merkt.

Die gründlichste Untersuchung ist über den Einfluß des ab- und zunehmenden Lichtes des Mondes auf das Wetter geführt worden, weil gerade hierüber die größte Täuschung obwaltet. Aber auch hier hat sich ergeben, daß der Unterschied im Wetter so gut wie gar nicht existirt und daß es

ein reiner Aberglaube ist, wenn die Leute behaupten, daß beim Mondwechsel auch das Wetter sich ändert. Der Lichtwechsel des Mondes findet auch nicht plötzlich statt, sondern äußerst regelmäßig von Tag zu Tag, von Minute zu Minute, während das Wetter in unserer Gegend namentlich oft plötzlich umschlägt.

Es steht daher fest, daß man zur Witterungskunde nur die Erde und ihre Stellung zur Sonne, ferner die Luftströmung und die Lage von Land- und Wasserstrecken zu beobachten hat und für jetzt die anderen Himmelserscheinungen ganz und gar aus dem Spiele lassen muß.

Von der Blüthe und der Frucht.*)

I. Eine Kirschblüthe.

Der Frühling ist in diesem Jahre spät eingetroffen; aber er ist nicht ausgeblieben, und der Mai wird uns nicht verlassen, ohne Baum und Strauch zu füllen und Blüthen auf Flur und Gärten auszustreuen.

Ist es aber möglich, daß der frisch auflebende Hauch der Natur, der tausendfach des Menschen Auge und Herz erfreut, an so Viele vorüberziehen kann, ohne daß sie das innigste Verlangen empfinden, die Natur selber in ihrem Weben und Leben zu belauschen? Ist es nicht wunderbar, daß es Menschen giebt, die wohl unendlich viel von der Natur empfangen, aber nicht einmal streben, sie zu erkennen? Ist es nicht ein schwerer Undank, die Frucht zu genießen, ohne zu wissen, wie sie heranreift, sich an der Blüthe zu erfreuen, ohne sich zu fragen, wie sie entsteht, das Auge daran zu ergötzen, ohne den Geist darüber zu belehren?

Und doch giebt es leider viele Tausende, die die Wunder der Natur nur anstaunen und im Genuß es versäumen, mit dem geistigen Blick das Leben der Natur zu erspähen.

Gehörst Du auch zu diesen, lieber Leser, nun so will ich Dich mahnen zur gelegenen Stunde und den Versuch machen, ob ich es vermag, Dich auf einen richtigeren Weg zu bringen.

---

*) Geschrieben im Mai 1853.

Der Kirschbaum steht jetzt in voller Blüthe. Wie lebt diese Blüthe? Wie wird sie zur Frucht? Diese Fragen wollen wir hier erörtern; aber nicht mit diesen todten Zeilen schriftlicher Belehrung allein; auch Du, mein Leser, sollst Hand anlegen und die lebendige Natur zu Hülfe nehmen. Es wird Dir leicht genug werden; Du brauchst nur vom ersten Kirschbäumchen eine Blüthe abzupflücken und an der lebendigen Natur mit dem Anschauen Deines Auges das zu vervollständigen, was ich Dir nur mit todten Worten zu beschreiben vermag.

Wenn Du gethan hast, was ich Dir gerathen, so hast Du ein Blümchen in der Hand. —

— Wie, sagst Du vielleicht, das ist ja eine Blüthe! —

Wohl ist es eine Blüthe; aber eine Blüthe ist eben nichts anders als eine Blume. Blumen und Blüthen sind eben nicht zwei verschiedene Dinge, wie das oft Dichter annehmen, welche die Natur nicht kennen. Alle Blumen sind Blüthen. Die Rose ist nicht eine Frucht des Rosenstockes, sondern die Blüthe desselben, die Blüthe, die bestimmt ist, eine Frucht hervorzubringen, und die Frucht des Rosenstockes ist nichts anders, als die bekannte Hagebutte, die Du wohl schon oft gesehen hast, ohne zu ahnen, daß sie in ihrer Jugend auf ihrem stacheligen Köpfchen eine duftende Rose getragen hat.

Weil der Mensch aber gar eigennützig ist und die Dinge nur so lange beachtet als sie ihm Vergnügen oder Nutzen gewähren, hält er das immer als die Hauptsache der Pflanzenwelt, was sie für ihn Angenehmes bringt. Die wohlriechende oder sein Auge entzückende Blüthe nennt er Blume und kümmert sich nicht um die Frucht, die doch die Hauptsache ist. Er pflückt die Blume und weiß es kaum, daß er eigentlich eine Frucht zerstört. Die Blüthe aber, die nicht gar zu schön oder wohlriechend ist, zählt er nicht einmal zur Blume. Er läßt diese Blüthe unbeachtet und

wartet ab, bis die Frucht kommt, um sie zu brechen und zu genießen, wenn sie ihm Freude oder Nutzen bringt.

Also die Kirschblüthe ist eine Blume, freilich eine bescheidene Blume von nur einfach weißer Farbe und ohne erfrischenden Geruch.

II. Die Kirschblüthe in ihren einzelnen Theilen.

Aus diesem Blümchen soll eine Kirsche werden; aber fragen wir uns, was denn eigentlich daran zur Kirsche wird, und sehen wir uns das Ding von allen Seiten wohl an, so bemerken wir nichts, was einer Kirsche ähnlich sieht und nur der Stengel ist vorhanden, das Gerüst, auf der die Frucht sich dereinst wiegen wird.

Freilich sitzt am Ende des Stengels ein dickes Knöpfchen, das in fünf grünen, hellen Blättchen endet; aber dieses grüne Knöpfchen wird nicht zur Kirsche werden. Es war nur die Hülle, das Kleid der Blüthe, das sie zart umschlossen hielt zur Zeit ihrer Jugend, als der Wind noch rauh daher fuhr. Das liebe warme Sonnenlicht hat aber die Bewohner dieses Knöpfchens aufgeweckt aus dem verschlossenen Jugendschlummer, und fünf weiße Blättchen, die an das Knöpfchen inwendig angewachsen sind, haben die Hülle gesprengt, haben das schützende Gewand von sich abgestreift und drängten sich hervor an das Licht des Tages, um sich in ihm zu entfalten und das an den Sonnenstrahl zu bringen, was von andern wichtigern und merkwürdigern Theilen in ihnen lebte.

Das grüne Knöpfchen mit den fünf grünen Blättchen nennt man den Kelch der Blüthe; die fünf weißen zarten Blätter werden die Krone genannt.

Aber der Kelch ist nur ein äußerliches Werkzeug und die Krone ist nur eine bloße Zierde; der wahre Werth ist nimmermehr in ihnen, denn sie sind bestimmt zu welken

und abzufallen, sobald die Zeit gekommen ist, wo die Empfängniß der Frucht stattgefunden, die sehr bescheiden sich versteckt hat und die wir nunmehr aufsuchen müssen.

Blicken wir in den Kelch hinein, so sehen wir ringsum am Rand desselben eine große Reihe von 30 bis 40 aufrechtstehenden weißen Fäden, an deren spitzem Ende ein gelbes Knöpfchen von sehr zartem Ansehen aufsitzt; in der Mitte des Kreises aber ragt ein stärkerer Stamm hervor, der das Ansehen eines Stengels hat und in einem Kopf endet, der wie ein kleiner, zarter Mund aussieht.

Und eben das, was wir hier sehen, ist das häusliche Leben der Natur; denn wir blicken gerade in das Familienleben der Pflanze hinein. Die rings im Kreise aufrechtstehenden Fäden sind die Samenträger der Blüthe; der innerhalb des Kreises hervorragende stärkere Stamm ist berufen, den befruchtenden Samen in sich aufzunehmen.

Man nennt die weißen Fäden Staubfäden; denn die gelben Köpfchen, die sie tragen, sind hohle Gefäße, die mit einem feinen Staub gefüllt sind, und es heißen daher die Köpfchen der Staubfäden: die Staubbehälter.

In der That ist in diesen Staubbehältern ein feiner, dem Auge kaum sichtbarer Staub enthalten, der Blüthenstaub heißt, und dieser Blüthenstaub ist eben bestimmt, die Blüthe zur geeigneten Zeit zu beschwängern, um die Frucht hervorzubringen.

Man nennt die Staubfäden sammt ihren Staubbehältern und deren Blüthenstaub den männlichen Theil der Pflanze; der Stempel, der in ihrer Mitte steht, hat den Beruf des Weibes.

Wir werden später sehen, wie zur bestimmten Zeit der Staubbehälter, der bis dahin verschlossen ist, aufspringt und eine kleine Staubwolke um sich her verursacht, wie aber eben dieser feine Staub zu dem Munde des Stem-

pels gelangt, den man die Narbe nennt, und von diesem aufgenommen und hinabbefördert wird zu der Stelle, wo die Frucht heranreifen wird.

III. Die Befruchtung der Blüthe.

Der kleine Stamm, der in dem Kelche im Kreise der Staubfäden mitten inne steht, heißt der Stempel, und diesen hat man mit Recht den weiblichen Theil der Pflanze genannt.

Wenn die Sonnenwärme den Blüthenstaub in den gelben Köpfchen der Staubfäden, in den Staubbehältern gereift hat, dann springt die Hülle der Staubbehälter auf bei der leisesten Lufterschütterung und schüttet seinen Inhalt mit einer Kraft von sich, daß ein kleines Wölkchen von befruchtendem Staub entsteht, von dem jedes einzelne Stäubchen die Eigenschaft besitzt, den Stempel zu befruchten, sobald es an den Mund desselben gelangt, den man die Narbe nennt.

Die einzelnen Staubkörnchen, die mit bloßem Auge kaum sichtbar sind, kann man durch Vergrößerungsgläser, Mikroskope, genauer betrachten und man erblickt dann, daß jedes Stäubchen einen rundlichen hohlen Schlauch bildet, der mit einer körnigen Flüssigkeit gefüllt ist.

Der Stempel aber, der berufen ist, mindestens Ein solches Staubkörnchen zu seiner Befruchtung aufzufangen, ist bei der Kirschblüthe um die Zeit, wo die Staubbehälter aufspringen, mit einem feinen Tröpfchen an dem Munde versehen, an dem die Staubkörnchen sitzen bleiben und ist dies der Fall, so mag der Wind viele Tausende von Staubkörnern mit sich fort nehmen und davon führen, der Zweck ist erfüllt, der Stempel hat seinen befruchtenden Keim empfangen und wird das Geschäft der weitern Befruchtung getreulich erfüllen.

Der Stempel, den wir wie einen festen Stamm inmitten der Blüthe emporragen sehen, ist nämlich ein hohles Röhrchen, das einen feinen Kanal in sich hat, welcher hinabgeht bis zu dem Grund des Stempels, den man den Fruchtknoten nennt. Wenn man den grünen Kelch der Blüthe abreißt, so sieht man den Fruchtknoten sehr deutlich, es ist dies der untere Theil des Stempels, der bedeutend dicker ist, als der hinaufsteigende. Aber so dünn auch dieser aufsteigende Theil ist, so ist doch inwendig in demselben ein Weg für das befruchtende Stäubchen, der von der Narbe zu dem Fruchtknoten führt, und der daher auch der Staubweg genannt wird.

Man hat daher mit Recht den Stempel in drei Theile gesondert und jeden mit einem besondern Namen belegt. Der untere dicke saftgrüne Stamm heißt der Fruchtknoten, der aufsteigende gelbgrüne lange Theil heißt der Staubweg oder Griffel und die oberste Spitze wurde, wie bereits gesagt, die Narbe genannt.

Bei der Kirschblüthe stehen Stempel und Staubfäden so nahe bei einander und befinden sich meist in so gleicher Höhe, daß es sehr leicht ist, daß ein Fruchtstäubchen auf die Narbe kommt. Es giebt aber Blüthen, wo es der Befruchtung nicht so leicht gemacht ist, indem bei vielen der Stempel hoch emporragt über die Staubfäden, die Staubkörnchen also in die Höhe steigen müßten, um die Befruchtung auszuüben.

Bei solchen Blüthen hat man in neuerer Zeit die wundervolle Beobachtung gemacht, daß zur Zeit, wo die Staubbehälter ihrem Aufspringen nahe sind, auch der Stempel, der so unthätig erscheint, eine Arbeit übernimmt. Er neigt sich hinunter, um den Staubbehältern nahe zu sein und wartet ab, bis die Hülle berstet, was meist sofort geschieht, und ist ein Staubkörnchen zur Narbe gelangt, dann richtet sich der Stempel wieder zur Höhe auf und ragt

wieder stolz empor hoch über seinen kleingewachsenen Fruchtspendern.

Aber auch dieser Fall gehört nicht zu den wunderbarsten. Denn immerhin ist in solchen Fällen die Begattung eine leichte, da die Blüthe den männlichen und weiblichen Theil zugleich enthält. Es giebt aber auch Blüthen, die einerseits nur Staubfäden und keinen Stempel haben; solche Blüthen, rein männliche Blüthen, entwickeln sich nicht zur Frucht, sondern tragen nur den befruchtenden Staub. Andererseits aber sind Blüthen derselben Pflanzenart vorhanden, die keine Staubfäden, sondern nur einen Stempel hervorbringen; und diese rein weiblichen Blüthen können nur zu Früchten werden, wenn Fruchtstäubchen von jenen männlichen Blüthen zu ihnen gelangen.

IV. Der Wind und die Blüthen.

Die Luft spielt in dem Haushalt der Natur eine große mächtige Rolle. In der Luft lebt, in der Luft verweht Alles. Sie trägt Keime des Lebens und Keime des Todes in sich, und ist so der Weg vom Tod zum Leben und vom Leben zum Tode. Sperrt man die Luft von einem lebenden Wesen ab, so erstarrt es im Tode; sperrt man die Luft von einem erstorbenen Wesen ab, so versteinert dasselbe. Die Luft aber, wo sie frei wirkt, unterhält die Thätigkeit des Lebens und bringt das Erstorbene zur Verwesung, um aus seinen Theilen wiederum neues Leben entstehen zu lassen.

Nicht minder wichtig, als die Thätigkeit der Luft ist die Bewegung derselben, ist der Luftstrom, ist der Wind. Er versieht Dienste in der Natur, die das Auge nicht sehen, sondern der Geist der Forschung nur erst ahnen kann. Der Wind führt Wärme und Feuchtigkeit von Ort zu Ort. Der Wind gleicht Gegensätze auf dem Erdenrund aus. Der Wind zerstreut unsern Odem, den wir aushauchen,

damit nicht die Luft verpestet werde und führt frische Luftströme einher, daß man nicht wieder einathmen dürfe, was man ausgeathmet. Der Wind trägt die Luft, die wir ausgeathmet und die auf Thiere und Menschen giftig wirken würde, den Pflanzen zu, die gerade von dieser Luftart gedeihen. Der Wind nimmt die Luft auf, die die Pflanzen aushauchen und mischt ihre Bestandtheile, damit Mensch und Thier frischen Athem haben. Ohne Wind würden Thier und Mensch in ihrer eigenen Atmosphäre ersticken, ohne Wind würde die Pflanze sterben, ohne Wind würde das Festland verdorren, ohne Wind würden die Ströme und Flüsse und Quellen versiegen, ohne Wind das Meer verderben und faulen, und starrer Tod auf dem Erdrund herrschen.

Und in seiner großen, segnenden Thätigkeit auf dem großen Erdrund vergißt der Wind auch nicht der kleinen Blüthen, die auf seine Hülfe harren, denn er ist es, der den Stamm der Bäume und den Halm der Gräser aufrüttelt aus dem still lebendigen Pflanzentraum, und wenn der Wind in stiller Mainacht einherzieht, erzittern die Blüthen der Bäume und lassen die Hülle der reifgewordenen Staubbehälter aufspringen und der befruchtende Staub der Blüthe wird einhergestreut, um zu dem Stempel schnell zu gelangen, wenn er nahe ist, oder mit dem Winde auf und davon zu ziehen, wenn keine weibliche Blüthe auf dem Baume vorhanden ist, der Fruchtstäubchen aufnimmt.

Und der Wind, er verrichtet treulich auch diesen kleinen Dienst. In seiner Wanderung durch das Erdrund nimmt er von den Pflanzen, die nur männliche Blüthen tragen, die Fruchtstäubchen in seinen Schooß auf und trägt sie weit und breit und streuet sie umher nach allen Gegenden. Und da die Stäubchen gar so leicht sind und der Wind gar so mächtig ist, so trägt er die vielen, vielen Millionen solcher Stäubchen auf seinen gewaltigen Flügeln einher und

streut sie überall auf die Flächen der Erde hin, und so gelangen Stäubchen auch zu den Pflanzen, die einsam nur die jungfräulichen Blüthen tragen, die da harren des Freiers, der von Fernen herbeikommen soll, um einen Muttersegen über sie auszuschütten.

Und dieser Muttersegen fehlt nicht. Es ist wahr und wahrhaftig. Der Wind übernimmt diesen getreuen Dienst der Hochzeits-Equipagen und fährt mit dem Bräutigam und wäre es auch meilenweit, zur harrenden Braut. — Sag' an, magst Du dem Winde noch gram sein, der Dich frösteln macht in dunkler Nacht, wenn Du bedenkst, daß er nicht umsonst so eilig thut und viele große Dienste zu leisten hat auf dieser Erde, und im unendlichen großen Dienste auch noch im unermüdlichen Liebesdienst begriffen ist, um von Blüthe zu Blüthe die große Rundfahrt zu machen und Heiraths-Partien zu Stande zu bringen, die ohne ihn fast gar nicht stattfinden könnten.

Ja, gar nicht klein sind die Reisen, die der Wind um deshalb unternimmt. Im botanischen Garten zu Berlin ist eine Pflanze, weiblichen Geschlechtes, deren Gatte nur in Amerika vorhanden ist, und auch zu der jungfräulichen Blüthe dieser Pflanze trägt der Wind alljährlich den Bräutigam herbei und pflanzt hier ein Geschlecht fort, das nur der menschliche Forschergeist zur Befriedigung seiner Wißbegierde aus ferner Gegend hierher gebracht hat.

So ist denn der Wind ein herrlicher Heirathskommissionair, der Partien zu Stande bringt, ohne erst sein Geschäft durch falsche Heirathsanträge in den Zeitungen in guten Schwung zu bringen.

Aber auch der Wind hat in diesem Geschäft einige Konkurrenten, die ihm in's Handwerk pfuschen und diese wollen wir sogleich kennen lernen.

V. Die Insekten und die Blüthen.

Wir wollen von den Konkurrenten sprechen, die dem Wind in dem Geschäft der Befruchtung weiblicher Blüthen in's Handwerk pfuschen; denn diese Konkurrenten offenbaren eine so wundersame Wirksamkeit, daß das, was man von ihnen weiß, fast zu den unglaublichsten Dingen der Weltordnung und der Naturgesetze gehört.

Wenn der Wind schon in dem Befruchtungsgeschäft eine so unendlich zauberhafte Rolle spielt, daß er über Meere hin den Fruchtstaub führt, um ihn der weiblichen Blüthe, die ohne ihn fruchtlos bliebe, zu überbringen, so ist das, was die Insekten in diesem Fache thun, unendlich wunderbarer.

Die Bienen und die Schmetterlinge sind bekanntlich die größten Blumenfreunde der Welt; es reihen sich ihnen aber noch viele einzelne Blumenfreunde der Natur an, die in dem Zucker der Blüthen gern ihr kurzes Leben versüßen; und obwohl solche Insekten sehr selten nur ihre Eltern gekannt haben und ihre Kinder kennen werden — denn die meisten derselben kriechen im Frühling aus den Eiern, wenn die Eltern schon im verwichenen Herbst den Tod gefunden haben und sterben dann auch, wie die Eltern im Herbst, und hinterlassen ihre Nachkommenschaft in gelegten Eiern nicht nur unerzogen, sondern auch noch ungeboren — obgleich also diese Geschöpfe schwerlich etwas wissen von den Geschlechtern vor ihnen und von den Geschlechtern nach ihnen, so scheinen sie dennoch dafür zu sorgen, daß ihren Kindern einst die Blüthenwelt eine reiche Nahrung werden möge, und sie übernehmen das Geschäft, während ihres Streifzuges von Blüthe zu Blüthe, den Fruchtstaub männlicher Blüthen zu den ihrer harrenden Theilen weiblicher Blüthen hinzutragen. —

Wenn Bienen oder andere Insekten in die Kronen der männlichen Blumen sich hineinzwängen und dort ein süßes

duftiges Mahl feiern, dann springen bei ihrer Berührung die Staubbehälter auf und überschütten die naschigen Gäste mit ihrem Segen; und wenn die trunkenen Zecher nach der Kost der männlichen Blüthe, die vielleicht mildere weibliche aufsuchen, um in ihrem duftigen Honigseim das Dessert zu genießen, dann bringen sie in ihren haarigen Körpern den Fruchtstaub mit und sind so galant, ihn dort abzuschütteln und damit die Zeche zu bezahlen. — Und so unterhalten die Insekten, die von den Blüthen leben, das Blüthenleben selber, denn die Insekten sind es, die das Vermittlergeschäft bei der Befruchtung übernehmen und so Früchte und Pflanzen für eine Nachkommenschaft erhalten, die der größte Theil von ihnen niemals zu Gesicht bekommt.

Man hat lange Zeit an Zufall bei der Befruchtung der Blüthen durch Insekten gedacht, und nahm an, daß dies Geschäft nur beiläufig geschehe, das auch ohne sie und zwar durch den Wind zu Stande gekommen wäre. Allein in neuerer Zeit hat man die Befruchtung einer Pflanze durch ein bestimmtes Insekt entdeckt, die so merkwürdig und wunderbar zu Wege gebracht wird, daß sie das höchste Erstaunen erweckt.

VI. Wunderbarste Befruchtung einer Blüthe.

Die Blüthe, deren Befruchtung am wunderbarsten von allen bekannten Befruchtungsarten vor sich geht, gehört einer Giftpflanze an, welche den Namen Osterluzei führt und die man sonst wohl an Zäunen und Kirchhofsmauern unbeachtet läßt, die aber der Naturforschung nicht entgangen ist, welche den Gesetzen und Wundern der Natur nachspürt.

Die Blüthe dieser Pflanze ist eigenthümlich beschaffen, der Kelch sieht fast wie eine geschlossene Tulpe aus, besteht aber nicht aus sechs Blättern wie die Tulpe, sondern aus einem einzigen Blatte, das einen verschlossenen Behälter

bildet, zu dem sich nur oben an der etwas umgebogenen Spitze ein kleiner Eingang befindet. Inwendig in diesem verschlossenen Raum sind nun zwar Fruchtknoten und Staubbehälter, aber in anderer Form als in der Kirschblüthe, denn die Behälter des Fruchtstaubes sitzen nicht auf Staubfäden, die zur Narbe gelangen können, sondern sind unten fest angewachsen an dem sehr stark ausgebildeten weiblichen Stempel. Eine Befruchtung dieser Blüthe gehört daher fast zu den Unmöglichkeiten, da die Blüthe fast völlig verschlossen ist und der Wind nicht hinein kann; und da überdies das Vermittlergeschäft des Windes nur dort hauptsächlich eintritt, wo Männchen und Weibchen in zwei verschiedenen Blüthen oder auf zwei verschiedenen Bäumen oder gar in zwei verschiedenen Gegenden wohnen, in welchem Falle die Natur die Vorsorge getroffen hat, das Männchen mit außerordentlich vielem Befruchtungsstaub auszustatten, so daß oft viele Millionen Staubkörnchen ohne Schaden verloren gehen können und es genügt, wenn nur immer ein einziges von einer ganzen Million zur weiblichen Blüthe geführt wird.

In der Pflanze, von welcher wir sprechen, spielt der Wind keine Rolle eines Befruchtungsgehülfen; aber ein Insekt übernimmt unter den wunderbarsten und unglücklichsten Verhältnissen diese Rolle, um der Natur zu helfen, wo sie scheinbar so unbeholfen ist. Leider findet das Insekt einen sehr schlimmen Lohn für seinen Liebesdienst; es bezahlt ihn mit seinem Leben.

In dem Kelch dieser tulpenartig geschlossenen Blüthe ist nur oben eine kleine Oeffnung und durch diese schlüpft alljährlich ein bestimmtes Insekt hinein, angelockt von dem süßen Duft, den die Blüthe inwendig trägt. Der Weg hinein geht auch ganz gut, obgleich die verschlossene Hülle der Blüthe inwendig mit langen Härchen besetzt ist, denn diese Härchen laufen alle nach abwärts und hinein in den Kelch, wie die Eisendrähte einer Mausefalle. Ganz aber

so, wie die Maus in die Falle hineingehen kann, weil sie mit ihrem Körper die Drähte aus einander drängt, jedoch nicht wieder hinaus, weil die Drähte hinter ihr den Ausgang versperren, ganz so geschieht es mit den Haaren dieser Blüthe. Sie stehen so, daß sie beim Hineingehen des Insektes zurückweichen und das Thierchen hübsch nach dem Strich zu den Befruchtungstheilen der Blüthen gelangen lassen. Hier nun genießt das arme Thier die letzte Mahlzeit nach Herzenslust, sobald es aber hinaus will, findet es die Oeffnung durch die Haare verschlossen, es versucht vergebens, gegen den Strich den Weg in die Freiheit zu gewinnen, es sieht, es ist gefangen, und fängt nun an, angstvoll herumzuflattern, und erregt in der Todesangst und Pein eine solche Erschütterung in der Blüthe, daß die Staubbehälter aufspringen und der Staub herumfliegt und so auf die Narbe des weiblichen Theiles der Blüthe gelangt, um diese zu befruchten.

Sicherlich würde es uns sehr freuen, wenn wir den Lesern sagen könnten, daß nach der geschehenen Befruchtung die Haare, die den Ausgang verschließen, sich umkehren und das todesängstliche Thierchen, das einen so wichtigen Dienst geleistet, nun aus der Gefangenschaft lassen; allein wir bedauern es sagen zu müssen, daß die Natur nicht immer so dankbar ist, als wir es wünschen, und auch unser armes Thierchen muß es erfahren, denn es erlangt die Freiheit nicht wieder, sondern findet in dem verschlossenen Gefängniß sein Grab und man findet es todt in dem grausen Kerker, den es mit so vieler Lebenslust betreten hat. —

Das Insekt stirbt, um die Pflanzen fortleben zu lassen!!!

VII. Von den Wundern und der Wichtigkeit der Befruchtung der Blüthen.

Wir können nicht von der wunderbaren Befruchtung der Osterluzei scheiden, ohne eine kurze Betrachtung über diesen Vorgang anzustellen.

Die Beobachtung hat gelehrt, daß die genannte Pflanze nur in solcher und keiner anderen Weise befruchtet wird. Wenn man durch Vorrichtungen es verhütet hat, daß das Insekt in die Oeffnung hineinkriecht, starb die Blüthe ab, ohne Frucht zu treiben. Wo man keine Vorrichtungen dieser Art angewandt, kam das Insekt regelmäßig um die Zeit, wo die Narbe des Fruchtstaubes bedarf, verrichtete so ihren Dienst und gab sich so selber den Tod.

Wer hier noch an Zufall denken will, der treibt offenbar mehr Aberglauben mit dem Zufall, als die Abergläubigsten jemals mit dem Glauben getrieben haben. Die ganze Beschaffenheit der Blume ist so, daß sie des Insektes zur Befruchtung bedarf; die Härchen im Innern des Einganges, die den Eintritt gestatten und den Austritt des Insektes unmöglich machen, haben eine zweckentsprechende Bestimmung und können nicht zweckmäßiger eingerichtet und geordnet sein. Schneidet man sorgfältig die Härchen ab, oder macht man sonst eine Oeffnung in den Kelch, wodurch das Insekt hindurch kann, so verläßt das Insekt die Blüthe, ohne sie befruchtet zu haben. Wer kann solchen Thatsachen gegenüber in Abrede stellen, daß eine volle Voraussicht, eine vollständige Zweckmäßigkeit in dem Verhältniß zwischen dem Insekt und dieser Blüthe obwaltet, und sich namentlich darin kund giebt, daß das Thierchen, das sonst wie alle lebende Geschöpfe ein Widerstreben gegen Gefahren hat, gezwungen ist, hier in den Tod zu gehen, um das Leben einer Pflanze aufrecht zu erhalten! —

Wir bedauern, daß wir nicht noch eine größere Reihe von den Wundern der Befruchtung der Blüthen hier aufzuführen im Stande sind. Die Wunder derselben sind unzählbar, der Raum aber in diesem Werkchen ist zu beschränkt, um auch nur theilweise dieselben den Lesern klar zu machen; nur noch Eines wollen wir hier erwähnen, bevor wir in unserm Thema fortfahren und schließlich von der Ausbildung der beschwängerten Blüthe zur Frucht sprechen.

Es giebt viele Pflanzen, die im Wasser leben und unter der Oberfläche des Wassers blühen. Unter diesen befinden sich viele, bei denen die männlichen und weiblichen Theile der Blüthe nicht in unmittelbare Berührung kommen, und doch soll der Fruchtstaub von den ersteren Theilen zu den letzteren gelangen, ohne daß das dazwischen fließende Wasser ihn fortführt. Auch hier hat man die Pflanzen in ihrer geheimen wunderbaren Befruchtung beobachtet und hat Folgendes wahrgenommen.

Der weibliche Theil der Blüthe sitzt auf einem Stiel, der spiralartig wie ein Pfropfenzieher gewunden ist. Zur Zeit, wenn der Fruchtstaub in den männlichen Theilen der Blüthe zur Reife gelangt ist, streckt sich der spiralartige Stiel lang aus, bis der weibliche Theil der Blüthe oben auf der Oberfläche des Wassers zu liegen kommt. Jetzt erst öffnet sich der Staubbeutel unter dem Wasser und da der Fruchtstaub leicht ist, so schwimmt er nach oben auf die Oberfläche des Wassers und hier gelangt er zu der weiblichen Narbe, um das Werk der Befruchtung zu verrichten. Ist das aber geschehen, so rollt sich der Stiel wiederum spiralartig zusammen, der weibliche Theil der Blüthe taucht wieder unter Wasser und reift daselbst die Frucht, um ihr Geschlecht fortzusetzen.

Wir sehen hiernach, daß nicht nur der Wind und die Insekten, sondern auch das Wasser der Vermittler in der Befruchtung ist, indem es den leichten Fruchtstaub hinauf

zur Oberfläche trägt, wo der weibliche Theil der Blüthe seiner harrt.

Außer diesen Vermittlern in dem Befruchtungsgeschäft, das die Natur betreibt, ist noch der Fleiß und Beobachtungssinn der Menschen außerordentlich thätig, die Befruchtung zu fördern, und es gehört die künstliche Bestaubung jetzt zu den gewöhnlichsten Beschäftigungen der Kunstgärtnerei. Die schönsten Blumen und die zartesten Früchte werden jetzt durch künstliche Bestaubung gezogen, indem man den keimfähigen Fruchtstaub einer schönen Blüthe zur geeigneten Zeit ausschüttet über die weibliche Blüthe anderer Art und so Spielarten der edelsten Gattung zu erzeugen im Stande ist. Aber nicht nur für Auge und Geschmack, sondern auch für die Ernährung ist die Beobachtung der Befruchtung von Wichtigkeit. Im Jahre 1846 war die Befruchtung der Getreideblüthen sehr mangelhaft und die Hungersnoth, die darauf folgte, kam den Naturforschern eben nicht überraschend.

Wie wichtig also ist die Kenntniß der Natur für das Wohlergehen des ganzen Menschengeschlechtes!

VIII. Die befruchtete Kirsche.

Wir müssen uns jetzt von dem Akt der Befruchtung trennen, und wieder zur Kirschblüthe zurückkehren, um an derselben zu sehen, was denn nun geschieht, wenn der Fruchtstaub seinen Weg zum weiblichen Theil der Blüthe gefunden hat.

Zu diesem Zwecke wollen wir noch einmal den weiblichen Theil der Blüthe in's Auge fassen und sehen, wie seine einzelnen Bestandtheile sich zur Befruchtung verhalten.

Man nennt den weiblichen Theil der Blüthe den Stempel, weil der aus der Mitte der Blüthe hervorragende Stamm das Ansehen eines Stempels oder Petschafts hat. Der Theil unten, der in der Kirschblüthe im Kelch drin

sitzt, ist dick und saftgrün und heißt der Fruchtknoten; er ragt hinauf in einem dünnen Stiel von gelbgrüner Farbe, den man den Griffel oder den Staubweg nennt, und endet oben in einen Mund, der die Narbe heißt.

Der Befruchtungsstaub gelangt zur Narbe, welche ihn in sich aufnimmt und sobald dies geschehen ist, senkt sich das Fruchtstäubchen hinab in den Griffel, der einen Weg bis zum Fruchtknoten bildet und hier im Fruchtknoten geht die eigentliche Beschwängerung der Frucht vor sich.

Man täuscht sich nämlich, wenn man wähnt, daß etwa aus dem Fruchtstäubchen die Frucht sich bildet, es ist vielmehr bei der Pflanze, wie bei lebenden Wesen die eigentliche Frucht schon vorgebildet in einem Ei, das, um sich auszubilden und zur pflanzlichen oder lebendigen Frucht zu werden, einer geheimnißvollen Anregung eigner Art bedarf. Wie das Ei des Thieres, so liegt in dem Fruchtknoten der Kirschblüthe ein Ei, das zur Frucht werden soll, verborgen. Dieses Ei würde verdorren, wenn der Fruchtstaub nicht zu demselben gelangen würde. Sobald aber der Fruchtstaub, der sich zu einem länglichen Schlauch umwandelt und hinabsteigt zu dem Fruchtknoten, zu dem Ei gelangt, übt er eine erweckende und belebende Wirkung auf dasselbe aus und nun erst erhält das Ei die Kraft, zur Frucht zu werden.

Die Frucht ist also wirklich das Kind des weiblichen Theils der Blüthe, ist das Kind der Mutter, der Fruchtstaub belebt nur dasselbe. — Dies ist ein Gesetz der Natur, gleich geltend für Pflanzen, Thiere und Menschen. *) —

*) Anmerkung zur zweiten Auflage.

Die Ansichten, die wir hier ausgesprochen, sind dem Stand der Naturwissenschaften in der neuesten Zeit nicht mehr ganz entsprechend.

Man hat nämlich in jüngster Zeit eine Reihe von Beobachtungen über Befruchtung der Pflanzen und der Thiere gemacht,

Da seit der Zeit, wo wir mit diesem Artikel über die Kirschblüthe begonnen haben, inzwischen die Blüthen abgewelkt, die weißen Blätter der Krone vom Winde hinweg-

---

welche die Lehre, die bisher für richtig galt, sehr erschütterte. Obwohl diese neuen Entdeckungen nur für besondere Pflanzen und Thiere gelten, so liegt die Vermuthung doch sehr nahe, daß weitere Forschungen wesentliche Veränderungen in der Lehre von der Befruchtung im Allgemeinen begründen werden. — Augenblicklich dürfen wir die obigen Ansichten über die Befruchtung der Kirschblüthe wiederholen, denn an dieser sind die neuen Beobachtungen noch nicht gemacht worden; allein als unzweifelhaft dürfen wir sie nicht mehr hinstellen.

Was die neuen Entdeckungen betrifft, so sind sie in Kurzem ausgedrückt Folgende:

Vor Allem hat Meißner bei Insekten nachgewiesen, daß jedes Ei des Weibchens eine kleine Oeffnung in der Schale hat, durch welche ein Samenthierchen wirklich in den Stoff des Eies eindringt. Dies wirkt nicht bloß, wie bisher angenommen, anregend auf das Leben, sondern verbindet sich mit dem Stoff des Eies und bildet erst nach der Vereinigung und Verschmelzung die erste Anlage des jungen Thieres. August Müller in Berlin hat bei Fischen dieselbe Erscheinung beobachtet. Es ist hiernach sehr wahrscheinlich, daß dasselbe in der ganzen Thierwelt gilt. — Gleichzeitig hat aber auch Pringsheim in Berlin die Beobachtung bei Pflanzen gemacht, daß das, was wir oben Fruchtstaub nennen, ebenfalls in das Ei der Pflanze eindringt, dort verbleibt und gemeinsam mit demselben den Keim der neuen Frucht bildet. Hiernach können wir nicht mehr sagen: der Fruchtstaub wirke nur anregend und belebend auf das Ei, sondern müssen ergänzend hinzufügen: er vereinige sich mit dem Ei und gehe mit ihm gemeinsam eine Umbildung desselben ein.

Es sind aber zu diesen Entdeckungen noch neue hinzugekommen, die im vollen Sinne des Wortes für jetzt jede bestimmte Erklärung über Befruchtung als gewagt erscheinen lassen. — Es hat sich nämlich ergeben, daß einzelne Insekten, z. B. Bienen

geführt sind, so kann man jetzt schon an den Kirschbäumen recht wohl erkennen, welche Blüthe zur Frucht werden wird. Die Staubfäden sind bereits verdorrt, der Griffel und die Narbe sind im Absterben, der grüne Kelch ist braun und welk und dem Abfallen nahe; nur dort, wo sich eine Kirsche auszubilden im Begriff ist, da ist der ehemals kleine Fruchtknoten dicker und größer geworden und wenn nach wenigen Tagen erst alle andern Theile abgefallen sein werden, so wird jedes Kind schon die noch grüne Kirsche als solche erkennen.

Aber das, was wir jetzt schon als eine Kirsche sehen, ist nur die Oberhaut derselben, die eigentliche Kirsche steckt inwendig und ist eben nichts, als das befruchtete und sich entwickelnde Ei, der Fruchtknoten ist Gebärmutter der Kirsche, in welcher diese lebt und aus der sie die Nahrung zieht, die die Natur daselbst vorgebildet hat.

Die Vorgänge im Wachsthum der Pflanze und der Frucht sind erst in neuerer Zeit beobachtet worden. Sie sind wunderbar und im höchsten Grade lehrreich und haben über dieselben die großartigen Entdeckungen des Naturforschers Schleiden bisher das wichtigste Verständniß erschlossen. Indem wir in einem spätern Artikel einmal über das Wachsthum der Pflanze versuchen wollen, die neuesten Entdeckungen unsern Lesern vorzuführen, wollen

---

und die Schmetterlinge der Seidenraupe, Eier legen, aus welchen auch ohne Befruchtung lebendige Jungen entstehen. Aehnliche Entdeckungen sind auch schon in der Pflanzenwelt bekannt geworden. Unter diesen Umständen muß man alle bisher als sicher aufgestellten Lehren nur einstweilen und bis auf bessere Einsicht in den geheimen Vorgang der Natur gelten lassen, und des Fortschritts gewärtig sein, der die augenblicklichen Zweifel schon lösen wird.

Wer es mit der Wissenschaft und mit dem Publikum Ernst meint, hat sich dieses Zustandes der Wissenschaft nicht zu schämen, und des Geständnisses vor dem Publikum nicht zu grämen.

wir für jetzt nur sagen, daß es die **Vorgänge** allein sind, die man bis jetzt erforscht hat, der Grund derselben aber ist bis dahin noch ziemlich unbekannt. —

IX. Einiges über die Früchte und deren Erziehung.

An der reifen Kirsche können wir eben nichts von den Bestandtheilen der Blüthe wahrnehmen, nur eine Spur des einen Bestandtheils derselben ist daran sichtbar. Die reife Kirsche ist der ausgebildete Fruchtknoten, der ehedem im Kelche saß. Der Kelch ist abgefallen und der Fruchtknoten sitzt nunmehr an dem Stengel fest, der einst den Kelch getragen hatte. Vom Kelche bleibt also auf der Kirsche keine Spur zurück, und nur der breite Rand des Stengels, der an der Kirsche anliegt, ohne mit ihr verwachsen zu sein, zeigt die Stelle, an der einst der Kelch angeheftet gewesen ist. Oben an der Kirsche aber ist meisthin eine kleine Vertiefung, jedesmal aber ein feines Knöpfchen und das ist die Stelle, wo der Griffel saß, der längst verdorrt und abgefallen ist und nur dieses verhärtete Knöpfchen zurückgelassen hat.

In ähnlicher Weise wie die Kirsche, wachsen fast alle Obstarten, nur mit dem Unterschied, daß bei vielen der Fruchtknoten nicht in dem Kelch, sondern unter dem Kelch der Blüthe sitzt. So bemerkt man oben in dem reifen Apfel einige verdorrte Blättchen und in deren Mitte ein Knöpfchen. Die Blättchen sind der verdorrte Kelch und das Knöpfchen ist gleichfalls der Rest des verdorrten Griffels. Der reife Apfel trägt also die Spuren seiner Blüthe deutlicher an sich, als die Kirsche. Dafür aber ist der Stengel des Apfels nicht so breitrandig als der der Kirsche und ist fester mit der Frucht verwachsen. Wäre dies nicht der Fall, so würde der Apfel seines bedeutenden Gewichts halber schon im Beginn seiner Reife vom Baume abfallen. Das-

selbe wie beim Apfel ist bei der Birne zu bemerken, und da jetzt auch die Stachelbeeren und Johannisbeeren im Wachsthum begriffen sind, so wird Jeder Gelegenheit haben, wahrzunehmen, daß auch hier auf dem obersten Theil der Frucht die verdorrten Blättchen sich befinden, die gleichfalls die letzten Reste des Kelches der ehemaligen Blüthe sind.

Sehr gern würden wir hier zum Schluß noch ein Näheres von dem eigenthümlichen Saft der Früchte und ihrer Farbe mittheilen; allein es ist dies ein Gebiet, das von der Wissenschaft noch nicht aufgeklärt ist. Die sorgfältigste Forschung hat es noch nicht nachgewiesen, daß die stofflichen Bestandtheile, die zum Wachsthum der Pflanzen nöthig, bei der einen Pflanze anders sind, als bei der andern. Zwar hat man lehrreiche Beobachtungen gemacht, daß gewisse Pflanzen die Eigenschaft haben, ganz bestimmte Stoffe aus dem Boden zu entnehmen, dem sie entsprossen, und man findet diese Stoffe dann auch in den Früchten der Pflanze wieder. Hat der Boden keinen Stoff dieser Art, so gedeiht die Pflanze nicht mehr in demselben. Zu diesem Zwecke läßt man die Felder düngen, damit der Boden wiederum die geeigneten Stoffe bekomme, welche die vorjährigen Erndten ihm entzogen haben und gehört daher eine durch Beobachtung und Erfahrung gewonnene Kenntniß dazu, um zu wissen, womit man ein Feld düngen muß, um es für eine bestimmte Frucht tragbar zu machen. Deshalb pflanzt oder säet der Landmann oft abwechselnd verschiedene Sorten von nutzbaren Pflanzen auf einem und demselben Felde. Wo das Getreide dem Boden diejenigen Stoffe entzogen hat, die dasselbe bedarf, da gedeiht es im Jahre darauf nicht, während die Kartoffel noch Stoffe genug vorfindet, um gedeihlich zu wachsen. Wir werden bei einer späteren Gelegenheit einmal dieses wichtige Thema näher ausführen. — Die Obstarten jedoch betreffend ist die Untersuchung noch nicht so weit gediehen, nachzuweisen, worin

die Eigenthümlichkeit der Pflanze liegt, gerade diese bestimmte Sorte des Obstes hervorzubringen, und man findet den Grund einzig und allein in der noch unerforschten Verschiedenheit, die den Pflanzen eigenthümlich ist, einer Kraft, die ihnen ursprünglich gegeben ist, nur solche und nicht andere Blüthen und Früchte zu treiben und nur die ihnen zusagenden und nöthigen Stoffe und nicht andere aus der Luft und dem Boden zu entnehmen.

Gleichwohl hat die Erfahrung gelehrt, daß man die Früchte selbst veredeln kann durch künstliche Mittel, wenn man edlere Zweige derselben Gattung den Bäumen aufpfropft, oder wenn man den Blüthenstaub edlerer Früchte den Blüthen derselben Gattung zuführt. All unser besseres Obst ist in dieser Weise veredelt und es ist ein großes Verdienst um die Menschheit, diese Veredlung der Fruchtbäume noch weiter zu treiben, als es bisher geschieht. Merkwürdig ist es, daß man von einzelnen Zweigen eines und desselben Baumes Früchte von sehr verschiedenen Eigenschaften ziehen kann, z. B. sauere und süße Kirschen, Birnen und Aepfel; aber diese Kunst hat nur bestimmte Grenzen und dieses Bastardiren gelingt nicht, wenn nicht eine nahe Verwandtschaft zwischen den Früchten von Natur aus gegeben ist. —

So lauscht der Mensch der Natur einzelne Geheimnisse ab und zwingt sie zuweilen, seinen Launen und Zwecken zu dienen; aber seine Kunst hat eine Schranke wie sein Wissen, und immer ist es die Natur, deren Spuren er folgen und deren Gesetze er respektiren muß. —

Die Nahrungsmittel für das Volk.

I. Umsatz der Nahrungsmittel.

Man nennt die Nahrungsmittel auch gewöhnlich die Lebensmittel und das mit Recht; denn das, was leiblich in uns lebt, ist in der That nichts, als die in uns selber verwandelte Nahrung.

Es ist daher sehr leicht anzugeben, was der Mensch essen muß, um zu leben, was von den Speisen seine Gesundheit zu erhalten im Stande ist, was seine Arbeitskraft immer frisch erneut und was seinen Verlust durch Athmung, Schweiß und Ausscheidungen zu ersetzen im Stande ist. Diese leichte Aufgabe haben sich Viele gestellt und glauben sie gelöst, wenn sie nachgewiesen haben, daß alle Theile des menschlichen Körpers durch das Blut gespeist werden und da man die Bestandtheile des Blutes genau kennt, so glauben sie genug gethan zu haben, wenn sie die Speisen als die geeignetsten für den Menschen bezeichnen, welche die Bestandtheile des Blutes in sich haben, oder durch die Verdauung in Blut verwandelt werden können.

Im Allgemeinen ist dies schon richtig und doch ist dies nicht ausreichend, wirklichen Aufschluß über die Nahrungsmittel für das Volk zu geben.

Der elende Irländer, der fast nur von Kartoffeln lebt, hat eben so viel Blut im Leibe, wie der Engländer, dessen Arbeiter mit Arbeitseinstellung droht, wenn er nicht für den Lohn sein Stück Fleisch und sein gutes Bier zum Frühstück

haben kann. Das Blut des Irländers hat ganz und gar dieselben Bestandtheile in sich, wie das des Engländers; und doch ist ihre Speise so verschieden, und man nennt den Irländer mit Recht elend, wie den Engländer gut genährt.

Man sieht, daß es am Blute eben nicht allein liegen kann, und es liegt auch daran nicht. Es müssen vielmehr noch andere Dinge hinzutreten und diese wollen wir vorerst kennen lernen, bevor wir auf die einzelnen Nahrungsmittel und deren Werth zu sprechen kommen.

Den ersten Grundsatz, den wir hier allen andern voranstellen müssen, ist folgender: Die Ernährung hängt nicht vom Blute allein ab, sondern von dem schnellen Umsatz desselben.

Das Blut gleicht einem bestimmten Kapital, das der Mensch besitzt. Vom Kapital kann aber kein Mensch leben, ohne dasselbe zu Grunde zu richten; er muß von dem leben, was er durch das Kapital verdient, dadurch leben, daß er sein Kapital immer frisch umsetzt. Und so muß es auch mit dem Blute sein. Das Gleichniß stimmt so genau, daß wir uns diesen Gedanken am besten durch ein Beispiel deutlich machen können.

Man denke sich zwei Kaufleute, von denen Jeder nur hundert Thaler hat. Beide Kaufleute sind also an Kapital gleich reich. Es findet aber zwischen ihnen folgender Unterschied statt: der Eine geht zweimal wöchentlich aufs Land und kauft Vieh ein und bringt es zu Markt, wo er es wieder verkauft; hierbei verdient er jedesmal an seinen hundert Thalern fünf Thaler. Der andere macht sich einen Posamentierladen, kauft für hundert Thaler Waare, die er in einem Monat ganz und gar verkauft und verdient hierbei fünfundzwanzig Thaler. — Wer von diesen beiden steht sich nun besser? Der Posamentier, der an seinen hundert Thalern fünfundzwanzig verdient, oder der Viehhändler, der nur fünf verdient? Sicherlich der Viehhändler. Denn

während der Posamentier im Monat fünfundzwanzig Thaler zum Leben hat, hat der Viehhändler achtmal fünf, also vierzig Thaler. Woher kommt das? Daher, daß der Posamentier nur Einmal im Monat sein Kapital umsetzt, während der Viehhändler achtmal in dieser Zeit sein Kapital umsetzt.

Es geht mit dem Irländer und dem Engländer ganz und gar so. Beide haben gleichviel Blut, das ist ihr Kapital, das ganz gleich ist. Der Umsatz ist nur nicht gleich. Der Engländer arbeitet kräftig und ißt kräftig. Wenn er arbeitet, giebt er sein Kapital, sein Blut aus, jeder Hammerschlag nimmt ihm ein Stück Leib durch den Athem weg, jede kräftige Bewegung führt durch den Schweiß einen Theil seines Bluts davon, alle Thätigkeiten seines Lebens sind kräftig. Wenn er aber ißt, ißt er auch gut und kräftig. Er giebt daher sein Kapital schnell aus und nimmt es auch wieder schnell ein, er setzt sein Kapital schnell um und steht sich also gut dabei. Der elende, unglückliche Irländer giebt sehr langsam sein Blut aus, er arbeitet nicht; er ißt Kartoffeln, die allein eine sehr schlechte Nahrung bilden, also er nimmt auch sein Kapital wieder sehr langsam ein, und obgleich das Kapital immer dasselbe ist, ist doch der langsame Umsatz die Ursache, daß der Irländer elend, denkfaul, arbeitsscheu, schwindlerisch, diebisch, während der Engländer ein an Leib und Geist gesunder Mensch ist.

Es kommt also nicht auf das Blut allein, sondern auf den schnellen Umsatz des Blutes hauptsächlich an.

II. Die Verdauung.

Wir haben im vorigen Artikel gezeigt, daß der schnelle Umsatz des Blutes die Hauptsache bei der Ernährung ausmacht, und will man hiernach die Nahrungsmittel für das Volk betrachten, so muß man nur solche Nahrung für ein-

gute und gesunde erklären, welche das durch Arbeit und Lebensthätigkeit verloren gehende Blut schnell wieder zu ersetzen im Stande ist.

Hieraus aber folgt, daß die Chemiker nicht genug thun, wenn sie die Speisestoffe prüfen und den Werth derselben nach ihrem Inhalt allein bestimmen, sondern man muß die Speisestoffe auch prüfen nach der Schnelligkeit und Leichtigkeit, mit welcher sie in Blut verwandelt werden können.

Ein Speisestoff, der wenig Bestandtheile enthält, die das Blut braucht, dieses Wenige aber sich schnell und leicht in Blut verwandelt, ist besser als ein Speisestoff, der viel dergleichen Bestandtheile in sich hat, aber nur langsam und schwer zu Blut wird.

Ein Beispiel wird das, was wir hier gesagt haben, deutlich machen.

Es ist chemisch nachgewiesen, daß die Hülsen des Getreides, die reine Kleien, eine außerordentlich reiche Menge von Pflanzeneiweiß und Fettstoff in sich haben, ja, sie sind an diesen Bestandtheilen reicher sogar als das Weizenmehl, und ein bedeutender Chemiker, Millon in Paris, hat im Jahre 1849 Aufsehen erregt durch die dringliche Aufforderung, die Kleie nicht mehr als Futter, sondern, mit dem Mehl gemischt, als Nahrung für Menschen zu verwenden. Er berechnete genau und wies unwiderleglich nach, daß solch eine Nahrung für Europa als ein wahres Glück und ein großer Segen zu betrachten wäre.

Obgleich aber seine Prüfung und Rechnung vortrefflich und unumstößlich war, hat sich doch erwiesen, daß sein Vorschlag falsch ist. Als Chemiker hat er schon ganz Recht gehabt; allein der menschliche Magen hat nicht so viel Zeit und Geduld, wie ein Chemiker, der studirt, und wenn es auch ganz richtig ist, daß die Kleie sehr viel Stoff enthält, den das Blut brauchen kann, so hilft es uns doch nichts, sobald nicht unsere Verdauungswerkzeuge danach eingerichtet

sind, die Umwandlung der Kleie in Blut schnell und leicht zu vollziehen. Wenn die Kleien wieder unsern Körper unverdaut verlassen, was selbst bei den kräftigsten Menschen der Fall ist, so ist es gewiß richtiger, damit die Thiere zu mästen, die sie gut verdauen, davon kräftig und fett werden und uns dafür Fleisch, Fett und Milch liefern.

Wir haben also noch einen Grundsatz festzuhalten und das ist der, daß von zwei gleichen Nahrungsstoffen immer der der beste und vortheilhafteste ist, der am schnellsten und leichtesten verdaut, das heißt, in Blut verwandelt wird. —

Wir haben aber noch einen dritten Grundsatz festzustellen, daß man ja nicht glaube, es sei die große Auswahl von Speisen etwas Unwichtiges und Gleichgültiges; es haben vielmehr Versuche dargethan, daß einförmige Speisen schädlich sind, und das Abwechseln derselben der Gesundheit und der Ernährung sehr zuträglich ist.

Endlich aber ist es bei Betrachtung der Nahrungsmittel hervorzuheben, daß der Geschmack dabei eine bedeutende Rolle spielt und eine richtige Mischung und Würze der Speisen ein wesentlicher Bestandtheil guter Ernährung sind. — Der fleißige Arbeiter ernährt sein Weib; aber die brave Hausfrau, die für eine schmackhafte, gesunde Nahrung sorgt, verrichtet wahrlich in ihrem Kreise einen wichtigen Dienst und leistet mehr zur Arbeitsfähigkeit ihres Mannes, als dieser es zuweilen einsehen mag.

Nach diesen kurzen Vorbereitungen wollen wir zu den Nahrungsmitteln selber kommen und uns dabei an das praktische Leben halten, wenn wir auch bei dieser Gelegenheit in Gefahr gerathen, ein wenig in das Gebiet unserer braven Hausfrauen und in Töpfe-, Schüsseln-, Pfannen- und Kannen-Guckerei hineinzugerathen.

III. Kaffee.

Wir kommen jetzt zur Betrachtung der einzelnen Nahrungsmittel und wollen hierbei weder das üppige Leben des Reichen betrachten, der oft wegen seines ewig verdorbenen Magens nur seinen Gaumen kitzelt, und eben so wenig das unglückselige Leben des Darbenden in Erwägung ziehen, der wegen des leeren Magens alles genießbar zu finden genöthigt ist. Wir wollen vielmehr die Speisen des Mittelstandes betrachten, wo der Mann, ein tüchtiger Arbeiter, kräftig im Leben wirken muß, um Weib und Kind zu ernähren, und das Weib eine brave Hausfrau sein will, die für Kräftigung und Stärkung des Mannes und der Kinder Sorge trägt. Wir wollen mit einem Worte die Speisen betrachten, die man zur Hausmannskost zählt, und uns hierbei sowohl an das häusliche Leben, wie an das Genießen der Speisen durch den ganzen Tag vom Morgen bis zum Abend halten.

Es ist bei uns Sitte, daß man des Morgens Kaffee trinkt und etwas Weißbrod dazu genießt.

Was aber hat es für Bewandniß mit dem Kaffee? Ist der Kaffee ein Nahrungsmittel? Ist er ein Getränk, um nur den Durst zu stillen? Ist er ein Mittel der Erwärmung? Ist er ein Gewürz? Ist er eine Medizin? oder ist er gar ein Gift?

Es ist merkwürdig, daß die Wissenschaft über die Fragen wirklich nicht ganz im Klaren ist.

Man hat den Kaffee chemisch untersucht und gefunden, daß in ihm ein eigenthümlicher Kaffeestoff vorhanden ist, der außerordentlich reichhaltig ist an Stickstoff. Merkwürdigerweise hat man auch im Thee bei einer chemischen Untersuchung einen Theestoff gefunden, der ganz dieselbe Menge Stickstoff enthält. Da nun der Thee bei vielen Völkern den Kaffee ersetzt, was namentlich in Rußland, Holland,

England und Amerika der Fall ist, so ist der große geistvolle Naturforscher Liebig zu der Ansicht gekommen, daß es der Stickstoffreichthum sei, der dem Thee und Kaffee seinen Werth als Nahrungsmittel gäbe und da unser Blut des Stickstoffes bedarf, um unsere Muskeln, unser Fleisch bilden zu können, so ist nach Liebig der Kaffee zu den Nahrungsmitteln zu zählen.

Aber diese Ansicht ist in neuerer Zeit bekämpft worden. Wenn es auch wahr ist, daß der Kaffee außerordentich reich ist an Stickstoff und wir einer Portion Stickstoff bedürfen, um unsere Muskeln zu bilden, so kann es doch nimmermehr der Stickstoff sein, der uns zum Kaffeegenuß treibt. Der Stickstoff ist in der Kaffeebohne enthalten, von diesem geht ein Theil schon beim Brennen des Kaffee's durch den Schornstein weg, ein anderer Theil der stickstoffhaltigen Bohne wird mit dem Kaffeegrund fortgegossen; der Stickstoff, den wir wirklich mit dem Aufguß von heißem Wasser genießen — denn wir trinken ja eben nur den Aufguß, in welchem sich sehr wenig feingetheilte Kaffeebohne befindet — ist außerordentlich gering und wollten wir im Kaffee nur den Stickstoff genießen, so würde dieser außerordentlich theuer bezahlt werden müssen. Im Zollverein werden jährlich mehr als 600,000 Zentner Kaffee verbraucht, rechnet man auch nur zwanzig Thaler auf den Zentner, so giebt man im Gebiet des Zollvereins jährlich 120 Millionen Thaler für Kaffee aus. Da man aber den Kaffee selbst nicht verzehrt, sondern nur den Aufguß, so genießt man für diese 120 Millionen Thaler nur etwa 230 Zentner Stickstoff, was eine furchtbare Verschwendung ist, da man für diesen Preis siebenmal mehr Stickstoff genießen könnte, wenn man statt des Kaffee's Fleisch essen wollte, das eine große Portion Stickstoff enthält.

Es hat daher die Naturwissenschaft wirkliche Kaffee-Feinde aufzuweisen, die den Genuß desselben vom ökono-

mischen wie vom medizinischen Standpunkt aus bekämpfen, namentlich ist er ein Gift genannt worden und wirklich ist es erwiesen, daß der eigentliche Kaffeestoff, der unter dem Namen Kaffeein bekannt ist, die Eigenschaft eines Giftes hat und in großer Menge genossen giftig wirkt. *)

Gleichwohl hat man Ursache, Respekt vor dem Kaffee zu haben, denn ein Getränk, das so sehr zum Bedürfniß geworden ist, hat seine Wichtigkeit, und der Instinkt, der Millionen und Millionen Menschen zum Genuß des Kaffee's treibt, ist der beste Beweis, daß der Kaffeegenuß nicht schädlich, sondern vortheilhaft für den Menschen ist, wenn er auch in einzelnen Krankheitsfällen nicht genossen werden darf, und wenn auch die Wissenschaft noch nicht nachgewiesen hat, worin eigentlich der Vortheil des Kaffeetrinkens als Nahrungsmittel besteht.

---

*) Das Kaffeein wird auf chemischen Wege aus den Kaffeebohnen hergestellt; es besteht in seinen weißen Nadel-Krystallen und wird zu medicinischen Zwecken gebraucht. Ueber die Herstellung hat uns Herr Apotheker Beyrich in Berlin eine interessante Mittheilung gemacht, die auch für unser Thema von Wichtigkeit ist. Herr Beyrich hatte die Absicht, das Kaffeein möglichst billig herzustellen, und in der Hoffnung aus den besten Kaffee-Sorten die reichste Ausbeute zu erzielen, arbeitete er Anfangs nur mit solchen. Trotz aller Sorgfalt konnte er jedoch kein günstiges Resultat erlangen; nur um die Versuche nicht aufzugeben, entschloß er sich, einmal schlechtere Kaffee-Sorten zu verarbeiten. Zu seinem Erstaunen ergab sich hier der Erfolg günstiger; ja die schlechtesten Kaffee-Sorten ergeben die reichhaltigste Ausbeute. — Hieraus sollte man schließen, daß es nicht das Kaffeein ist, welches dem Kaffee seinen Werth verleiht, sondern ein anderes chemisches Produkt, in welches das Kaffeein der Bohne sich verwandelt. Es wäre eben so interessant wie wichtig dies ausfindig zu machen.

IV. Kaffee als Medizin.

Man hat in neuester Zeit den Kaffee nicht als Nahrungsmittel, sondern theils als ein Gewürz, theils als eine Art Medizin betrachtet. Ein Gewürz ist er insofern, als er wie viele andere Gewürze dahin wirkt, daß der Magen mehr Verdauungsflüssigkeit absondert. Die Verdauung der Speisen geht nämlich nur dann im Magen vor sich, wenn die Wände des Magens eine Flüssigkeit in den Magen ergießen, die die Eigenschaft besitzt, Speisen zu verdauen. Daher genießt auch der Reiche, der sich beim Mittagsmahl stark angegessen hat, eine Tasse Kaffee gleich nach dem Mahle, um die Verdauung der Speisen zu befördern. — Da nun des Nachts die Verdauung geschwächt ist — weshalb man auch schlecht schläft, wenn man etwas schwer Verdauliches zum Abendbrod gegessen hat — und namentlich der Magen gegen Morgen erschlafft und unthätig ist, so wirkt eine Tasse Kaffee belebend und anreizend auf die Häute des Magens und befördert eine frische Thätigkeit desselben. — Man hat auch wirklich nach dem Kaffee meist mehr Appetit, als vor demselben. — Dies ist nun die Bedeutung des Kaffee's als Gewürz.

Man schreibt aber auch dem Kaffee mit Recht eine medizinische Wirkung zu, indem man ihn als eine Medizin für unsere geistige Thätigkeit, für die Thätigkeit unserer Nerven betrachtet.

Es ist bekannt, daß der Kaffee des Nachts die Müdigkeit vertreibt und daß man sich durch starken Kaffeegenuß außerordentlich lange des Schlafes erwehren kann. Ja, diejenigen, die geistig beschäftigt sind, fühlen oft nach dem Genuß des Kaffee's eine frische, geistige Anregung und benutzen ihn nicht selten als ein Mittel, ihre geistige Thätigkeit zu erfrischen, wenn sie sich mitten in der Arbeit abgespannt fühlen.

Der Kaffee belebt daher auch wirklich die Unterhaltung und wenn wir Kaffeeschwestern vor dem Genuß dieses Zaubertrankes einsilbig und steif vor uns sehen, so wird man nach dem Kaffee an der im vollsten Zuge hinströmenden sehr lebhaften Unterhaltung gar bald erkennen, daß es der Genuß des Kaffee's gewesen ist, der nicht nur die Zungen, sondern auch die Blicke, die Hände, ja den ganzen Leib und die ganze Seele aus einer gewissen Starrheit gelöst hat.

Da nun des Nachts der Geist zwar geruht hat, aber trotzdem am Morgen sich eher schläfrig als rege fühlt, so ist es erklärlich, daß man die Nerven durch eine Tasse Kaffee frisch anregt und so gewissermaßen seinen Geist zum Tageswerk aufweckt. — Der ebenso geistvolle wie kenntnißreiche Naturforscher Moleschott schreibt den sehr verbreiteten Kaffeegenuß in neuerer Zeit dem Bedürfniß nach geistiger Regung zu, die das Leben der Gegenwart in höherem Maße erfordert, als das Leben in vergangenen Zeiten.

Somit wäre denn das Bedürfniß des Kaffeetrinkens genügend erklärt; aber wir wollen nur gestehen, daß all dies unserer Ueberzeugung nach Liebig's Ansicht, daß der Kaffee auch ernährend wirkt, nicht entkräftet. Wer es bemerkt hat, wie alte Frauen ihr Leben mit außerordentlich wenig Speise zu fristen im Stande sind, wenn sie nur ihren Kaffee reichlich haben, der wird die ernährende Kraft des Kaffee's nicht so ohne Weiteres in Abrede stellen. Der Einwurf, daß man besser thäte, die Portion Stickstoff, die im Kaffee vorhanden ist, als Fleisch zu verzehren, ist an sich ganz richtig; aber man muß hierbei sehr wohl erwägen, ob wirklich auch Fleisch zu all den Zeiten dem Magen verdaulich sein würde, wo es eine Tasse Kaffee ist. Am frühen Morgen wird dies gewiß nicht der Fall sein, und genießt man so im Kaffee ein Getränk, das zugleich ernährend, den Magen stärkend und den Geist erweckend ist, so hat man Ursache, den Instinkt der Völker hochzu-

achten, der den Kaffee zu einem Bedürfniß gemacht, und früher das Wohlthuende desselben herausgefühlt hat als die forschende Wissenschaft.

V. Nützlichkeit und Schädlichkeit des Kaffee's.

Da nun der Kaffee die Eigenschaft hat, die Nerventhätigkeit anzuregen, läßt es sich von selbst leicht erklären, daß er in vielen Fällen eher schädlich als nützlich ist. Phlegmatische Naturen bedürfen des Kaffee's und trinken ihn auch gerne, weshalb er auch in Deutschland und im Orient außerordentlich beliebt ist und in ungeheurem Maße getrunken wird. Aufgeregten Naturen aber ist er eher schädlich, und darf deshalb nur sehr wässerig von ihnen genossen werden. Lebhaften Kindern sagt der Kaffee nicht zu und es ist Unrecht, sie zum Genuß desselben zu zwingen, dahingegen ist es alten Leuten, die einer Anregung der träge gewordenen Nerventhätigkeit bedürfen, nicht zu verdenken, wenn sie der Kaffeekanne stark zusprechen.

Es ist üblich, dem Kaffee in ärmeren Haushaltungen etwas Cichorien zuzusetzen. Daß dieser in mäßiger Portion schädlich ist, läßt sich eigentlich nicht sagen; aber jedenfalls ist er ein schlechter Ersatz für den Kaffee, und der Gebrauch der Cichorien hat durchaus nichts Empfehlenswerthes an sich. Dahingegen hat das Mischen des Kaffee's mit Milch und das Versüßen durch Zucker einen sehr richtigen Grund. Milch und Zucker sind gute Nahrungsmittel. Die Milch hat die Bestandtheile des Blutes und der Zucker wird im Körper in Fett umgewandelt, das für das Leben des Menschen, besonders für das Athmen, durchaus nothwendig ist. Da man nun des Nachts keine Nahrung zu sich genommen und demnach den Verlust, den das Blut durch Ausdünstung erlitten hat, ersetzen muß, und eben so durch

die Athmung während des Schlafes ein Theil des Fettes verloren gegangen ist, so ist Milch und etwas Zucker im Kaffee durchaus zu empfehlen. Namentlich darf man es den Kindern nicht als Leckerei auslegen, wenn sie süßen Milchkaffee lieben. Die Natur hat nicht umsonst das Wohlgefallen am Zucker verliehen, er ist ihnen in der That nöthig, weil sowohl ihr Puls schneller, ihre Athmung stärker sein muß, um ihren Umsatz der Speisen in Körpertheile zu befördern, und um ihr Wachsthum zu unterstützen. Freilich bedarf auch der Erwachsene des Zuckers, aber bei diesem bildet sich der Zucker aus dem Stärkmehl, das er in den Speisen genießt. Da aber hierzu erst eine Thätigkeit der Verdauungswerkzeuge nöthig ist, so erleichtert man den Kindern die Verdauung, wenn man ihnen statt des Stärkmehls fertigen Zucker giebt. Es giebt viel Krankheiten, namentlich die unter Kindern der Armen häufige englische Krankheit, welche mit verschuldet ist durch den Genuß von Brod und Kartoffeln, die Stärkmehl enthalten, welches aber bei den schwachen Verdauungswerkzeugen der Kinder nicht in Fett umgesetzt wird und so das Abmagern der Kinder bei der Erweichung und Verkrümmung der Knochen veranlaßt. —

Wer jedoch gleich nach Tisch Kaffee trinkt, um die Verdauung zu befördern, der thut gut, weder Zucker noch Milch dazu zu genießen, denn Beides fördert nicht die Verdauung, sondern giebt dem vollen Magen noch einen Stoff zum Verarbeiten und stört demnach das Geschäft desselben mehr, als der Kaffee es erleichtert.

Sehr richtig ist es, daß man gut thut, zum ersten Imbiß des Morgens etwas Weißbrod zu genießen. Die Bestandtheile des Weizens sind fast noch einmal so reich an Stärkmehl und Zucker, als die des Roggens und sind bei weitem leichter verdaulich, als diese. Da es nun am Morgen darauf ankommt, dem Körper einen schnellen Ersatz

für den Verlust zu bieten, den er des Nachts erlitten hat, so ist es wichtig, dem Magen reichlich nährende und schnell verdauliche Speise zu geben.

VI. Das Frühstück.

Der Körper des Arbeiters, selbst desjenigen, der schwere Arbeiten zu verrichten hat, ist durch Kaffee und ein wenig Weißbrod hinlänglich gestärkt, um leiblich und auch geistesfrisch an das Tagewerk zu gehen. Allein man hat Ursache anzunehmen, daß er nur ersetzt hat, was ihm am allernöthigsten war. Es ist daher ein allgemeines Bedürfniß, wenn man nicht allzuspät Tag gemacht und um 7 Uhr den ersten Imbiß zu sich genommen hat, zwischen 9 und 10 Uhr für ein nahrhaftes Frühstück zu sorgen. —

Das Frühstück ist nur bei wenigen die Hauptmahlzeit; aber fast bei allen, die zeitig aus dem Bette sind, diejenige Mahlzeit, die mit dem besten Appetit verzehrt wird. Diese Thatsache ist hinreichend, um dem Frühstück Aufmerksamkeit zu schenken und namentlich für denjenigen, der die Morgenstunden nicht müßig hat hingehen lassen, sondern diese Zeit, von der man sagt, daß sie Gold im Munde habe, benutzt hat wie sich's gebührt, in Thätigkeit und Fleiß.

In dieser Morgenstunde schmeckt Dem das Essen gut, dem die Arbeit wohlbekommt, und Dem, dem Arbeit ziemt, ziemt auch ein gutes gesundes Frühstück. Es ist bei uns üblich, daß man zum Brod greift und ihm tüchtig zuspricht. Das Brod hat in seinen Bestandtheilen hauptsächlich Stärkmehl und Zucker und wenn es gut gebacken ist, so ist ein Theil des Stärkmehls bereits zuckerartig geworden und das Geschäft der Verdauung dadurch bedeutend erleichtert. In der neuesten Zeit haben französische Naturforscher vortreffliche Arbeiten geliefert über die Veränderung, die das frische Brod erleidet, wenn es alt wird und es ist durch diese

Arbeiten erwiesen, daß das Brod am verdaulichsten und nahrhaftesten ist, wenn es etwa einen Tag alt geworden ist.

In der Veränderung, die das Brod im Körper erleidet, wird es theilweise in Fleisch, hauptsächlich aber in Fett umgewandelt, was mit allen Speisen geschieht, die Stärkmehl enthalten. Diese Fettbildung aber wird außerordentlich erleichtert, wenn dazu ein wenig fertiges Fett mitgenossen wird. Zu diesem Zweck wird die Butter zum Brode genossen. Die Butter zum Brode ist also nicht eine zufällige und gleichgültige Beigabe, sondern ist wesentlich dazu gehörig und man thut sehr Unrecht, wenn man namentlich Kindern die Butter entzieht.

Das Fett spielt nämlich im menschlichen Körper eine bedeutende Rolle, es dient zur Unterhaltung des Athmens. Der Sauerstoff, der eingeathmet wird, bringt eine Zersetzung des Fettes hervor und bildet einestheils Wasser und anderntheils Kohlensäure. Das Wasser geht im Schweiß davon und die Kohlensäure wird wieder ausgeathmet. Wo nun im Körper Fett vorhanden ist, wird der Schweiß und die Ausathmung eine Verminderung des Fettes hervorbringen, aber zugleich das Fleisch schützen, daß nicht dieses sich in Kohlensäure und Schweiß verwandle und den Menschen schwäche. Das Fett ist also gewissermaßen ein Nothgroschen im Körper, während das Fleisch das Kapital ist. Das Fett an sich macht nicht kräftig, sondern das Fleisch. Aber wo kein Fett vorhanden ist, da wird das Fleisch im Körper von Schweiß und Athmung angegriffen und wenn nicht sehr reichlicher Ersatz zukommt, so beginnt es schnell zu schwinden und die Kräfte fangen an, bedeutend abzunehmen.

Daher kommt es, daß sehr magere Menschen außerordentlich viel essen, während man oft Gelegenheit hat, es zu bewundern, wie wenig fette Menschen an Speisen zu sich nehmen. Der Magere hat kein Fett, um Schweiß und Athem zu versorgen, er athmet und dunstet daher auf

Kosten seines Fleisches aus und hat daher das Bedürfniß, immerfort Speisen zu sich zu nehmen. — Der Fette lebt inzwischen nicht von seinem Kapital, dem Fleisch und Blut, sondern von dem Fettvorrath, den er besitzt, er zehrt gewissermaßen aus seiner Sparbüchse und verliert daher an Kraft sehr wenig.

Es folgt hieraus, daß Derjenige, der viel athmet und bei seiner Arbeit viel schwitzt, viel fettgebende Speisen verzehren und zu diesen wirkliches Fett zusetzen muß; Derjenige, der weniger athmet und wenig schwitzt, mit wenig solcher Nahrung auskommt. Daher kommt es aber auch, daß man im Winter, wo die Luft dichter ist, man also mehr Sauerstoff einathmet, demnach auch mehr Fett verbraucht beim Ausathmen, und deshalb auch mehr fette Speisen genießen muß, während man im Sommer weniger fette Speisen liebt. Daher kommt es, daß man in kalten Ländern Fettspeisen zu sich nimmt, deren Genuß in heißen Ländern Krankheiten erzeugt.

Wenn daher der kräftige Arbeiter bei der Arbeit Schweiß verloren und in Folge seiner Thätigkeit weit mehr athmet, als der ruhende und müßige, so darf man es ihm nicht verargen, wenn er ein wenig Fett oder Speck zu seinem Frühstück verlangt, denn der Genuß desselben erhält ihn im Stande, sein Blut und Fleisch vor Verminderung zu wahren. Sein Körper wird voll und kräftig und sein Arm wird mehr verdienen, als sein Magen ihm kostet.

Man glaube aber nicht, daß Fett allein ein Nahrungsmittel ist und man hüte sich vor dem Irrthum, daß fertiges Fett besser zu genießen sei, als fettgebende Speisen. Es sind vorzügliche Versuche mit Fettfütterungen der Thiere gemacht worden und es hat sich herausgestellt, daß fertiges Fett allein schädlich ist und ohne dem Körper zu nützen, wiederum abgeht, während fettbildende Speisen das Fettwerden der Thiere begünstigen.

Wer es schon gesehen hat, wie man Gänse mästet, der wird sich eine richtige Vorstellung von der Fettbildung im Körper des Menschen machen. Es wird den Gänsen wider Willen ein Mehlkloß in den Mund und in den Schlund hinabgeschoben, dabei wird die Gans in einen so engen Raum eingeschlossen, daß sie kaum aufstehen oder gehen kann. Dem armen Thier wird daher die Ausdünstung durch Schweiß entzogen und die Athmung im höchsten Grade erschwert; weil es aber wenig athmet und wenig schwitzt, verwandelt sich das Fett nicht in Kohlensäure und Wasser und sammelt sich deshalb im Körper krankhaft an, bis man das Thier durch das Schlachten von seiner Lebenspein befreit. Das Fett ist also nichts, als das verwandelte Stärkmehl des Kloßes, welches das Thier eingenommen, ohne es auszugeben. Wollte man versuchen, eine Gans durch wirkliches fertiges Fett zu füttern, so würde sie zwar krank, aber nicht fett werden.

Die Ursache, weshalb das fertige Fett nur als Zusatz zu fettbildenden Speisen genossen werden darf, liegt darin, daß nur ein Theil des Darmes einen Saft ausschwitzt, der Fett auflösen kann, während die Flüssigkeit, die der Magen absondert, das Fett nicht auflöst, sondern es obenauf schwimmen läßt, wie das Fett im Wasser.

Deshalb ist selbst dem Arbeiter, der bei seiner Arbeit viel schwitzt und stark athmet, sehr dringend zu empfehlen, daß er nicht viel Speck zum Frühstück und es namentlich nur mit viel Brot oder Semmel zugleich genieße, und hauptsächlich nur an solchen Tagen, wo er noch viel Arbeit vor sich hat.

VII. Branntwein.

Soll man nicht aber auch ein Schnäpschen zum Frühstück zu sich nehmen?

Es ist dies eine Frage von der größten Wichtigkeit und erfordert eine höchst unparteiische und möglichst klare Antwort, die man in allzu kurzen Worten nicht genügend geben kann.

Der Branntwein ist kein Nahrungsmittel und ist als Nahrung betrachtet, nicht einmal so viel werth wie Zuckerwasser. Was ihn aber dennoch zum Bedürfniß des Volkes und namentlich des arbeitenden Volkes gemacht hat, ist die gute und eben so gefährliche Eigenschaft, die er besitzt.

Das, was am Branntwein eigentlich so beliebt ist, ist der darin enthaltene Weingeist, den man Alkohol nennt, und dieser ist nichts anderes, als ein durch Gährung verwandelter Zucker. Aus allen Pflanzen, aus denen man Stärkemehl gewinnen kann, kann man Alkohol machen, denn durch geeignete Vorrichtung wird das Stärkemehl in Gummi, der Gummi in Zucker und der Zucker in Alkohol verwandelt. Dem Körper selber bringt also der Alkohol nicht mehr an Nahrungsstoffen zu, als der Zucker, der er ohnedem gewesen; aber er besitzt Eigenschaften, welche der Zucker nicht hat, und diese machen ihn eben so beliebt, wie gefahrvoll.

In sehr geringer Portion genossen, wirkt er wie eine Medizin auf den Körper, in größern Portionen wie ein Gift; man muß sich daher nicht wundern, wenn man ihn einerseits nicht missen kann und andrerseits ihn vollständig verdammen hört. Das allergefährlichste seines Genusses aber liegt darin, daß der Branntwein, obgleich er kein Nahrungsmittel ist, doch hungernden Personen eine Art Ersatz für die mangelnde Nahrung bietet und leider oft den billigsten und den schnellwirkendsten Ersatz, den der

Unglückliche sich verschaffen kann. Und grade dadurch gehört sein Genuß zu den unheilvollsten Uebeln, die jemals unglückliche Menschen sich zugezogen haben.

Wir wollen die medizinischen Eigenschaften des Branntweins kennen lernen, um zu zeigen, wie es natürlich ist, daß er so beliebt ist; wir wollen ferner die Gefahren seines Genusses kennen lernen, um zu rechtfertigen, daß man seinen unmäßigen Genuß zu verdammen Ursache hat und sodann schließlich zeigen, woher es kommt, daß trotz der augenscheinlichen Schädlichkeit seines Genusses seine völlige Verbannung eine Thorheit ist, die nicht zum Ziele führen kann.

Der Branntwein hat die Eigenschaft, daß er in sehr kleiner Portion genossen, die Verdauungssäfte mehrt. Er reizt die Wände des Magens, damit aus ihnen die Flüssigkeit sich aussondere, in welcher die Speisen sich auflösen. Hat man ein wenig Fett genossen, so umhüllt dasselbe die Speisen im Magen und da der Magensaft das Fett schwer auflöst, so bleibt die genossene Speise oft unverdaut und die Ernährung geht mangelhaft vor sich. Man kann daher die Verdauung nur befördern, wenn man den Magen dazu reizt, mehr Verdauungssaft herauszugeben und man thut dies auch durch Gewürze, indem man z. B. ein wenig Pfeffer auf Speck und Schinken streut. Der Pfeffer selber löst die Speisen nicht auf, sondern er reizt nur den Magen, eben so wie er die Speicheldrüsen reizt, und vermehrt dadurch den auflösenden Saft, der die Verdauung vollzieht.

Ein wenig Branntwein thut nach dem Genuß von Fett dieselbe Wirkung und hat noch insofern den Vorzug, als er Aether enthält, der an und für sich Fette auflöst.

Der Branntwein bildet somit eine Art Arznei, und obwohl gewiß jeder Mensch dahin streben muß, der Medizin nicht zu bedürfen, darf man doch die Medizin nicht verurtheilen, sondern den Muthwillen, der sich in den Zustand versetzt, zur Medizin greifen zu müssen. Es ist daher

richtiger, wenn man gegen den Genuß von vielem Fett eifert; hat man aber einmal zuviel davon genossen, so ist der Eifer gegen den medizinischen Gebrauch einer kleinen Portion Branntwein durchaus nicht zu loben. Die Leute, die so ohne Weiteres den Teufel im Alkohol sehen, greifen wohl selber einmal zu tief in eine fette Speise ein, und helfen sich dadurch, daß sie ein wenig Hoffmannstropfen auf Zucker nehmen. Die Hoffmannstropfen aber sind selber nichts als eine Mischung von Schwefeläther und Alkohol und wenn Alkohol der leibhafte Teufel ist, so wird er durch das Stückchen Zucker nicht zum Engel umgewandelt.

Der Branntwein hat aber noch eine zweite Wirkung, die bei seinem Genuß sehr wesentlich ist.

Der Alkohol des Branntweins geht sofort ins Blut über, durch dieses wirkt es auf Gehirn und Nerven und reizt auch diese zu erhöhter Thätigkeit. Da er auch auf die Hirnnerven wirkt, bringt er einen schnellern Umlauf des Bluts zuwege: der schnellere Umlauf des Blutes aber bewirkt im ganzen Körper eine schnellere Lebensthätigkeit.

Der Wein, so sagt schon die Schrift, erfreut des Menschen Herz; der Wein aber ist nichts anders als ebenfalls eine Alkohol-Verbindung. Was im Wein Ermunterndes liegt, rührt von demselben Stoff her, der im Branntwein vorhanden ist. Er erfreut aber des Menschen Herz, das heißt nichts anders, als er erhöht die Lebensthätigkeit, er macht munter, er stärkt den Müden, sowohl den geistig, wie den körperlich Abgespannten und regt Geist und Leib zu frischerer Bewegung an. — In sehr kleiner Portion genossen, hat der Branntwein auch dieselbe Wirkung. Er ist daher nicht allein für die Verdauung, sondern auch gegen Abspannung eine schnell helfende Arznei.

Auch hier ist es vollkommen richtig, daß diese Ermunterung an sich kein wirklicher Gewinn ist. Die Abspannung und Ermüdung wird am besten durch die Natur selbst,

durch die Ruhe wieder hergestellt. Ermuntert man sich künstlich, so folgt später darauf die größere Abspannung und man verliert in dieser, was man durch die künstliche Erregung gewonnen hat. Allein es kommen im Leben oft genug Fälle vor, wo man nicht Zeit hat, die natürliche Wiederherstellung der Kräfte abzuwarten und es vorziehen muß, in Einem Zuge die vorgenommene Arbeit zu vollenden, um dann längere Zeit der Ruhe zu pflegen. In solchen Fällen ist das Greifen nach künstlicher Ermunterung sehr erklärlich; und in manchen Fällen darf man dieses Mittel in der That nicht verdammen.

Der Wanderer auf der Reise, der Soldat im Felddienst oder in der Schlacht hat oft nicht Zeit oder Gelegenheit, sich durch eine Mahlzeit und durch Ruhe zu ermuntern, wenn er ermattet ist; es kommt darauf an, sofort ans Ziel zu kommen und dann zu ruhen. In solchen Fällen — in welche auch zuweilen der Arbeiter bei seiner Arbeit gerathen kann — hilft ein wenig Branntwein, der die Lebensthätigkeit und auch den Muth erhöht; und darum halten wir es auch für ganz richtig, wenn die preußische Militairbehörde den Beschluß gefaßt hat, den mäßigen Genuß von Branntwein den Soldaten nicht ganz und gar zu verbieten.

Haben wir so von dem medizinischen Gebrauch des Branntweins gesprochen, so wollen wir für jetzt die Gefahren desselben näher kennen lernen und die Ursache deutlich machen, weshalb sein Genuß so verführerisch ist, daß er zur Leidenschaft werden kann.

Wenn man ein wenig Branntwein beim Frühstück genießt, so fühlt man schnell die erhöhete Lebensthätigkeit. Der Puls geht schneller, der Geist wird reger, die Verdauung geht besser von Statten und ehe noch die Speisen ins Blut übergegangen sind, um die Ernährung hervorzubringen, fühlt man sich schon angeregt zu frischerer Leibesbewegung und körperlicher Thätigkeit. Der Branntwein füllt so gewisser-

maßen eine Pause aus zwischen dem Essen der Speisen und der Verwandlung der Speisen zu Blut. Wer sich entkräftet fühlt und Speise zu sich nimmt, hat vorerst nur den Magen befriedigt, ohne daß davon wesentlich sein Blut ersetzt wird; es dauert eine ganze Zeit — oft an fünf bis sechs Stunden — bis wirklich das Blut seinen Gewinn davon zieht. Man ist daher nach dem Essen nicht ermuntert, sondern im Gegentheil, man fühlt sich träge und zur Ruhe geneigt. Derjenige also, der nach dem Essen nicht der Ruhe pflegen, sondern öfters sofort wieder an die Arbeit gehen muß, der sieht, daß er durch einen Schluck Branntwein schneller ermuntert wird, als durch die Speise. Der Branntwein füllt die Pause bei ihm aus, die zwischen dem Essen und der vollendeten Blutbildung der Speisen liegt.

Will man sich wundern, daß grade unter den Arbeitern der Genuß des Branntweins häufig ist? — Wir wundern uns nicht darüber; wir beklagen es nur, daß man das Volk nicht ernstlich und der Wahrheit gemäß belehrt, sondern ihm vom „Teufel und Hölle" spricht, statt es durch Kenntniß der Natur dahin zu führen, daß es die Täuschungen und Gefahren näher einsehen lerne.

Die Gefahr des Branntweins liegt darin, daß seine guten Eigenschaften und seine vortheilhaften Einwirkungen sich schnell zeigen, während seine Uebel erst später kommen. Er gleicht einem Menschen, dessen Tugenden offenkundig und dessen Laster versteckt sind und der deshalb verführerisch und gefährlich ist. Will man vor solchem warnen, so darf man seine Tugenden nicht verläugnen und verheimlichen und lieber offen sagen, was Gutes an ihm ist; dann wird um so ernster und eindringlicher die Warnung wirken, in welcher man die Laster aufdeckt.

Es ist wahr, der Branntwein ist eine Arznei, aber er wird wie jede Arznei ein Gift im Körper, wenn man sich

fortwährend in den Zustand versetzt, von der Arznei Gebrauch machen zu müssen.

Der Mensch, der seine Gesundheit erhalten will, darf der Natur nicht immer durch künstliche Mittel nachhelfen; er wird sie nur dadurch erschlaffen machen. Es ist z. B. eine ausgemachte Sache, daß Milch eine Nahrung ist, die alle Bestandtheile des Blutes enthält; wollte man aber einen Menschen nur mit Milch nähren, so würden diejenigen Organe, die ihm die Natur verliehen hat, damit er eben feste Speisen verdauen soll, derart erschlaffen, daß er tödtlich daran erkranken würde. Der Mensch ist nur gesund, wenn er die Natur selber ihre Funktionen ausüben läßt, hilft er der Natur zu viel nach, so vernichtet er sich. — So geht es auch mit dem Branntweingenuß. Wer dann und wann der Natur nachhilft, wo sie der Nachhülfe bedarf, der thut recht daran; wer aber nachhilft, wo die Natur sich selber helfen kann, der schadet sich. Und dies geschieht leider zu oft und ist die Grundquelle des Uebels. Der Unwissende, der die Erfahrung macht, daß der Branntwein die Verdauung befördert, glaubt gut zu thun, wenn er immer aufs neue dem Magen nachhilft; aber er irrt sich. Er erschlafft den Magen und gewöhnt ihn, nur nach dem Genuß von Branntwein Verdauungssaft abzusondern. Die natürliche Verdauung wird dadurch mangelhaft und der Genuß des Branntweins, anfangs eine entbehrliche Arznei, wird dann schnell ein dringendes Bedürfniß. —

VIII. Schädlichkeit des Branntweintrinkens.

Wer seinen Magen gewöhnt hat, nur den Verdauungssaft auf solchen Reiz abzusondern, wie ihn der Branntwein ausübt, dessen Verdauung ist gestört. Der Unglückliche ist ohne ernstliche Kur nicht mehr im Stande, Speisen zu verdauen, wenn er dem Magen die Aufreizung durch Brannt-

wein entzieht. Der schwache Magen aber wird durch die Gewöhnung immermehr geschwächt; was sonst ein wenig Branntwein bewirkt hat, muß nun schon eine größere Portion zu Wege bringen, und da dies so immer weiter fort geht, muß endlich aus dem Trinker — ein Säufer werden.

Es ist gut, daß man die schrecklichen Folgen etwas näher kennen lernt, sich so klar wie möglich über diesen Zustand macht, und die Umstände genau erwägt, welche ihn leider Gottes so oft herbeiführen, und zwar am allermeisten bei der armen, arbeitenden Klasse.

Der Zustand eines Betrunkenen ist wohl zu unterscheiden von dem Zustand eines wirklichen Trunkenbolds. Der Betrunkene hat Alkohol genossen; dieser geht ins Blut über, gelangt mit diesem in das Gehirn und reizt die Nerven zu erhöhter Thätigkeit an. Die Nerven des Herzens werden davon angeregt und verursachen einen heftigen Herz- und Pulsschlag. Das Blut stürmt durch den Körper und verursacht das Andrängen desselben nach dem Gehirn. Dadurch entstehen Sinnestäuschungen und Verwirrungen der Vorstellungen, Funken vor den Augen, Ohrensausen, Schwindel, der den Gang unsicher macht, Röthe der Haut und der Augen, vermehrte Ausdünstung der Haut, erhöhete Thätigkeit der Lungen und schleuniges kürzeres Athmen, Erregung des Gemüthes zu Zorn und Verdunkelung des Urtheils, durch welche der Trunkene sich übermäßige Kräfte zutraut. Schreitet der Trunkene fort, so nehmen die Erscheinungen und auch der Schwindel überhand, und das leiseste Hinderniß macht den Trunkenen stolpern und fallen, so daß er sich endlich nicht mehr aufrichten, auch nicht einmal sitzen kann, bis er daliegend, in Bewußtlosigkeit versinkt und ihn als Wirkung der höchsten Aufregung eine Abspannung befällt, die ihn für alles gleichgültig macht. Endlich bemächtigt sich seiner ein ruheloser Schlaf, der, wenn er lange genug anhält,

den Unglücklichen wieder zu sich bringt, aber ermattet und abgespannt erwachen läßt, und in jener Stimmung, die als Katzenjammer bekannt genug ist.

Diesem Zustand ist jeder unterworfen, der sich einmal zu weit im Genuß geistiger Getränke gehen läßt. Es ist ein unwürdiger, oft ekelhafter und schändlicher Zustand; aber es kann selbst der Unschuldigste einmal hineingerathen und gerade darum, weil er eben kein Trinker ist. Von diesem Zustand sprechen wir hier eigentlich nicht, denn er gehört nicht in das Kapitel von der Ernährung, sondern in das des Leichtsinnes, der Lüderlichkeit oder der schlechten Gesellschaft. Der ordentliche Mensch, der sich einmal dergleichen hat zu Schulden kommen lassen, wird gut thun, seinen körperlichen Katzenjammer durch ein recht kaltes Bad und seinen moralischen Katzenjammer durch das ernstliche Gelübde gegen dergleichen, von sich abzuschütteln.

Anders jedoch ist der Zustand des wirklichen Trunkenbolds und die Betrachtung desselben gehört in das Kapitel von der Ernährung, denn leider ist es am allerhäufigsten der Fall, daß mangelhafte oder schlechte Ernährung zum Trunkenbolde macht; immer aber ist die wirkliche Trunksucht begleitet von dem krankhaften Zustand, in welchem der Magen nicht fähig ist, feste Speisen zu verdauen.

Man kann es mit einem Worte sagen: Wer seinen Magen daran gewöhnt hat, das Verdauungsgeschäft nur zu vollziehen, nachdem er denselben durch Branntwein gereizt hat, der hat den Grund dazu gelegt, ein Trunkenbold zu werden. Zwar ist es bei vermögenden Klassen auch oft der Fall, daß man sich solcher Angewöhnung hingegeben hat: allein hier ist die Gefahr so groß nicht. — Wenn der Vermögende auch spät zur Einsicht kommt, so kann er dennoch oft wirksam eingreifen. — Er fängt an, statt fester Nahrung flüssige, leicht verdauliche zu sich zu nehmen. Er genießt wenig, aber würzig und sehr verdaulich zubereitetes

Fleisch, leichte Gemüse. Er macht sein Frühstück durch Kaviar und eine Zitronenscheibe schmackhaft, nimmt zu Mittag reichhaltige Kompotte in Anspruch, die den Appetit und die Verdaulichkeit erhöhen. Fühlt er sich gleich nach dem Essen nicht gekräftigt, so hat er Zeit, es abzuwarten, bis die Nahrung sich in Blut verwandelt hat. Er ruht nach Tisch und macht sich dann eine kleine Bewegung im Freien, um zum Appetit für das wohlgewählte Abendessen zu gelangen. Das Alles sind Mittel für bessern Appetit und gestärkte Verdauung, selbst wenn sich der Vermögende schon so weit mit geistigen Getränken eingelassen, daß sein Magen darunter gelitten hat. Nicht die Tugend und die Enthaltsamkeit macht die Trunkenbolde unter den Reichen seltener, sondern der Ersatz, den sie sich leicht bieten können, um sich zu heilen. Es ist sehr leicht, bei dem reichbesetzten, mit würzigen Speisen ausgestatteten Tisch für die Enthaltsamkeitsvereine zu schwärmen. Gar nicht selten aber ist es, daß der Vermögende, wenn er sein Geld verliert und was man so nennt, herabgekommen ist, selber ein Trunkenbold wird. — Freilich entschuldigt man das mit dem Wort: Verzweiflung; aber es ist meisthin ganz anders: er wird zum Trunkenbold, weil er sich den kostbaren Ersatz nicht mehr schaffen kann, der ihn früher vor diesem Schicksal bewahrt hat.

Wie aber ergeht es dem Armen, dem Arbeiter namentlich in solcher Lage?

IX. Der Arme und der Branntwein.

Der arme Arbeiter, der seinen Magen daran gewöhnt, nur durch den Branntweinreiz die Verdauung zu vollziehen, kann, selbst wenn er anfängt sein Unglück einzusehen, nicht mehr zurück, ohne fast übermenschliche Anstrengungen zu machen.

Die Arbeit macht ihn hungrig; aber da sein Magen die festen Speisen nicht verdaut, so wird ihm das Essen widerwärtig. Seine schwachen Glieder jedoch fordern Stärkung. Die Lebensthätigkeit ist in ihm unterdrückt; er will sich kräftigen, um etwas arbeiten und verdienen zu können, und er sieht kein anderes Mittel hierzu, als wiederum den Branntwein! denn die Erfahrung hat ihn leider belehrt, daß der Branntwein ihn nicht nur für den Augenblick anregt und seine Lebensthätigkeit erhöht, sondern daß er auch wirklich eine Art Ersatz für die Nahrung sein kann.

Wissenschaftlich ist man erst in neuerer Zeit zur Klarheit darüber gekommen, wie und auf welche Weise der Branntwein wirklich die Arbeitsfähigkeit des Hungernden erhöhen kann, und es ist von äußerster Wichtigkeit, sich dies klar zu machen.

Die Arbeit befördert die Ausdünstung und die Athmung. Die Ausdünstung aber, der Schweiß ist wirklich nichts als ein Theil der genossenen Speisen, der durch die Haut aus dem Körper austritt und der Athem, den wir aushauchen, besteht aus Kohlensäure, welche ebenfalls von den Speisen, die wir gegessen haben, gebildet wird. Ein Mensch, der ruht, schwitzt und athmet nicht so viel, er braucht also weniger zu essen als der Arbeitende. Arbeitet aber der Mensch, ohne zu essen, so bildet sich der Schweiß und die Kohlensäure des Athems aus den Muskeln seines Leibes und er nimmt sowohl an Kraft wie an Umfang außerordentlich stark ab. — Nun aber ist es eine Eigenschaft des Branntweins, daß er im Körper sehr leicht in Wasser und Kohlensäure zersetzt wird; das Wasser tritt im Schweiß, die Kohlensäure im Ausathmen aus dem Körper. Arbeitet also ein Mensch ohne zu essen, so wird er sofort hinfällig, denn Schweiß und Athem zehren am Fleisch seines Leibes; trinkt er aber dabei Branntwein, so bildet sich Schweiß und Athem aus den Bestandtheilen des Branntweins, und das Fleisch seines Leibes bleibt theilweise verschont!

Das ist die Lösung des großen Geheimnisses: wie Trunkenbolde eine ganze Zeit nur von Branntwein leben und dabei sogar noch arbeiten können! Der Branntwein giebt ihnen die Stoffe für Schweiß und Athem her und ihr Leib wird nicht so angegriffen, wie es der Fall wäre, wenn sie keinen Branntwein trinken würden! Da nun der Trunkenbold nicht essen kann, und er auch vom Essen nicht satt würde, weil es unverdaut von ihm geht, so muß er nun schon Branntwein trinken, wenn er auch nur ein wenig arbeiten soll. Der Branntwein hilft ihm bei der Arbeit und erspart das Aufzehren seines Leibes.

Der Branntwein ist kein Nahrungsmittel, das wußte man schon lange; aber erst in neuester Zeit ist man zu der Einsicht gekommen, woher der Branntwein ein Ersatz der Nahrungsmittel sein kann, oder richtiger eine Art Sparmittel der Nahrung.

Leider ist dies ein eben so trauriger Ersatz wie ein unheilvolles Sparmittel und ist nur geeignet, den Unglücklichen vollständig zu Grunde zu richten.

Höchst wichtig ist es daher, daß man den Grund einsehe, weshalb der Trunkenbold den Branntwein nicht lassen kann, wenn man ihm nicht andere Mittel zu seiner Besserung bietet als „Beten" und Spukgeschichten vom „Alkohol-Teufel". Am allerwichtigsten aber ist es, daß alle Menschenfreunde dafür sorgen mögen, daß dem Arbeiter gesunde und gute Nahrung zugänglich sei, und er stets so viel verdient, daß er seine mangelhafte Nahrung nicht durch Branntwein zu ersetzen brauche.

Der arme Arbeiter, der nur Kartoffeln zu genießen hat, muß ein Trunkenbold werden. Die mangelhafte Nahrung reicht nicht aus, ihm den Schweiß und die Kohlensäure zum Athmen zu bieten; er zehrt ab von seinem Körper, wenn er arbeiten soll, und greift deshalb zum Branntwein, der dieses Abzehren verhütet. — Gar mancher Apostel der

„Alkohol-Teufelei“ würde nicht um ein Haar besser handeln, wenn er in gleicher Lage wäre. Deshalb sorge man vor Allem, daß der Arbeiterstand eine gesunde Nahrung zu sich nehmen kann und man wird die Trunksucht um ein Bedeutendes vermindern.

Die Wichtigkeit dieses Thema's hat uns schon sehr lange bei dem Frühstück und der gelegentlichen Frage über den Branntwein verweilen lassen; aber wir können nicht anders und müssen um Entschuldigung bitten, wenn wir die Folgen der Trunksucht noch berühren und namentlich noch einen Fingerzeig an die Frauen der Arbeiter geben, wie sie oft im Stande sind, dem Laster und dem Unglück ihrer Männer entgegen zu wirken.

X. Die Folgen der Trunksucht und deren Verhütung.

Die Verdauung des Trunkenbolds ist zerstört und auch der Prozeß der Ernährung wesentlich verändert. Es findet eine Veränderung der Gewebebildung im Innern des Körpers statt. Es setzt sich Fett an die innern Organe an und auch unter der Haut bilden sich krankhafte Fettlagen. Dies giebt dem Trunkenbold das aufgedunsene Ansehen, das sehr charakteristisch ist und als ein Zeichen gilt, daß die Krankheit schon einen hohen Grad erreicht hat. Der Magen, das meist erweiterte Herz erhalten Fettumhüllungen unnatürlicher Art. Die Thätigkeit des Herzens, bald unmäßig erhöht, bald furchtbar herabgestimmt, treibt das Blut in die feinen Blutgefäße der Haut und erweitert auch diese Gefäße. Deshalb das geröthete Ansehen des Trunkenbolds. In dem verfetteten Brustkasten vermögen die Lungen sich nicht gehörig auszudehnen und das Blut mit dem nöthigen Sauerstoff zu speisen, der es roth macht, deshalb erhält das Blut sein bläuliches Ansehen, daher

rührt die blaue Nase, die blauen Lippen und endlich das bläuliche Antlitz. Der Geist ist ewig umdüstert, die Nerventhätigkeit theils erhöht, theils unterdrückt, die Hände fangen an zu zittern und unsicher zu werden; bald sind es auch die Beine, die ihren Dienst versagen. Zuerst ist der Geruch des Athems alkoholhaltig, bald wird es auch der Schweiß, ja der ganze Körper wird in Alkohol getränkt, und die Fälle sind festgestellt, wo in der Trunkenheit bei Annäherung eines brennenden Lichtes der ganze Körper wie ein in Spiritus getränkter Docht zu brennen anfing und den schauderhaften Tod der Verbrennung zur Folge hatte. Von dieser scheußlichen Todesart bewahrt oft nur der früher eintretende Tod den Trunkenbold durch Lungenschlag oder Gehirnschlag, dem meist der Säuferwahnsinn vorangeht.

Bedenkt man, daß all dies im ersten Anfang nur davon herrührt, daß der Unglückliche sich daran gewöhnt hat, durch Branntwein der Verdauung nachzuhelfen, so wird man es erklärlich finden, wenn wir auf's ernstliche von der Angewöhnung des Branntweins abrathen und selbst solchen Arbeitern, die viel bei der Arbeit schwitzen und athmen müssen, wie namentlich den Feuerarbeitern auf's allerdringendste äußerste Mäßigung anempfehlen. Wer ernstlich Acht auf sich giebt, wird das Maß genau für sich selbst zu bestimmen wissen, wo ihm ein wenig Branntwein dann und wann als Arznei gut thut und in solchem Falle wird ihm kein Vernünftiger den Genuß als ein Verbrechen anrechnen dürfen.

Es ist sehr schwer, eine allgemeine Regel für die Mäßigkeit anzugeben, wir wollen aber hier einen Hauptlehrsatz hinstellen, von dem wir wünschen, daß er recht ernstlich beherzigt werden mag.

Es giebt viele Menschen, die von sich sagen: „Ich kann ein Schnäpschen vertragen!“ und sie verstehen darunter, daß sie davon nicht berauscht werden. Das aber ist ein schlechter und gefährlicher Maßstab! Will man einen sicheren

Maßstab haben, so muß man nicht auf den Rausch, sondern auf den Magen acht haben. So lange man ein tüchtiges Butterbrod zum Frühstück ohne Branntwein verdauen kann, so lange ist die Gefahr nicht groß, selbst wenn man nach ein wenig Speck oder fettem Schinken das Bedürfniß nach etwas Branntwein fühlt; sobald aber der Moment kommt, wo man nach einem Butterbrod zum Frühstück ein wenig Branntwein haben muß, dann ist Gefahr vorhanden, und es ist höchste Zeit, daß man sich an einen vernünftigen und menschenfreundlichen Arzt wendet und ihm offen sagt, daß man nur zu ihm komme, um das so billige Hilfsmittel des Branntweins meiden zu können. Ist er der rechte Mann, der er sein soll, so wird er mit Freuden Rath und Hülfe bringen.

Mehr aber noch, als der Arzt, kann in solchen Fällen die Hausfrau helfen.

Eine aufmerksame, wackere Hausfrau merkt schnell, wie es um den Magen des Mannes steht, und wenn sie klug ist und sich und ihrem Hause eine wahre Wohlthat erweisen will, so kann sie durch leichte Opfer schweres Unglück abwenden. Eine Hausfrau muß bedenken, daß nur ein wohlgenährter Mann sie und ihre Kinder ernähren kann. Es ist eine Schande, wenn eine Hausfrau ihren Mann schlechter behandelt, als der Herr sein Pferd. Ein Pferdebesitzer weiß es, daß sein Pferd ihn nicht nähren kann, wenn er das Pferd nicht gut ernährt, wie sollte eine Frau nicht einsehen, daß ihr Mann, ihr Ernährer wohlgenährt werden muß!? Eine kluge brave Frau merke sich's also: Wenn der Mann zum Branntwein greift, so ist meist die vernachlässigte und schlechte Ernährung daran schuld, und sie eile, dem Uebel mit aller Kraft abzuhelfen. — Muß sie es sich auch zuweilen von ihrem Munde absparen, so thut sie dennoch eine Wohlthat gegen sich, wenn sie in solchen Fällen, wo der Magen des arbeitenden Mannes geschwächt ist, für

eine kräftige, mit Salz und Pfeffer gut gewürzte Tasse Fleischbrühe zum Frühstück sorgt. Sie überrasche den Mann zuweilen mit einem Lieblingsgericht zum Frühstück, das er mit Appetit verzehrt. Sie hüte sich ganz besonders, ihm Aerger und Gram zu Hause zu machen, und strenge alle ihre Kräfte an, dem Manne solch ein Mittagbrod vorzusetzen, auf das er gerne seinen Appetit aufspart.

Mit solchen kleinen Anstrengungen, die einer braven Frau nicht schwer fallen dürfen, wird oft Mann und Weib und Kind, und Ehre und Familie und Staat im wahren Sinne gerettet und das brave Weib erwirbt sich Verdienste, die in der Folge nicht unbelohnt bleiben.

XI. Der Mittagstisch.

Wir kommen jetzt zum Mittagstisch, zur Hauptmahlzeit des Tages und werden auch bei diesem nicht den unglücklichen Armen, der essen muß, was er hat, und nicht den üppigen Reichen, der einen Genuß darin findet, das zu essen, was ein Anderer nicht haben kann, sondern die mittlere Haushaltung des Bürgers hauptsächlich in Betracht ziehen, der ein gesundes Essen wünscht, um zur Thätigkeit frisch gestärkt zu sein.

Weshalb mag man wohl die Hauptmahlzeit in die Mitte des Tages verlegt haben?

Es geschieht deshalb, weil das Essen auch eine Arbeit ist, und man während dieser Arbeit wirklich ruhen muß. — Nun halten aber die körperliche Ermüdung und der Appetit gleichen Schritt, sie stellen sich beide gemeinsam nach drei bis vier Stunden beim Menschen ein. Da man nun schon um die Mittagszeit körperlich ruhen muß vor Ermüdung, und es ebenfalls gut ist, die Arbeit des Essens nicht bei der Arbeit des Leibes vorzunehmen, so ist es ganz richtig, wenn man diese Ruhe zum Mittagessen benutzt. —

Und weil es eben die Mitte des Tages ist, weil man sich in dieser Stunde erholen muß von der verrichteten Arbeit und vorbereiten zu der noch zu verrichtenden, darum ist es ganz in der Ordnung, daß man hier die Hauptruhe des Tages wählt und in dieser Hauptruhe die Hauptmahlzeit zu sich nimmt.

Aber die Hauptmahlzeit will vorbereitet werden. Die Hausfrau muß in die Küche, denn diese Hauptmahlzeit vornehmlich ist es, die warm genossen wird.

Es stellt sich nun vor Allem die Frage heraus: weshalb kocht man überhaupt die Speisen? Ist es nicht natürlicher, die Nahrung so zu sich zu nehmen, wie sie die Natur bildet? weshalb genießt der Mensch außer ein wenig Obst fast gar nichts in rohem Zustand? Wozu macht er sich so unendliche Mühe, mit Mahlen und Backen, Kochen und Braten, welche das Thier nicht hat, das seine Speisen fertig zubereitet findet in der Natur. — Woher rührt es, daß der Mensch so unendlich wählerisch ist im Essen und Trinken, und eine so unendliche Reihe von Speisen in Anspruch nimmt, wie kein Geschöpf in der Welt? Warum giebt es Thiere, die nur vom Fleisch und wieder andere, die nur von Pflanzen leben und weshalb genießt der Mensch gemischte Kost, zum Theil Fleisch-, zum Theil Pflanzenspeise? —

Alle diese Fragen haben nur eine einzige Antwort.

Die Natur selbst hat den Menschen hierauf angewiesen und die Erfahrung, die allernaturgetreueste Lehrerin der Menschheit hat den Menschen unterrichtet, wie er das am besten erfüllt, was die Natur von ihm verlangt.

Der Magen des Menschen ist so geschaffen, daß er nur äußerst wenig rohe Speisen verdauen kann. Ganz so wie der Nahrungsstoff der Erbse eingeschlossen ist in eine Hülle, die Hülse, ebenso ist in jeder organischen Speise der eigentliche ernährende Stoff von einer Hülse umschlossen, die man die Zelle nennt. In der Kartoffel z. B. ist das

Stärkmehl, welches ernährend ist, eingeschlossen in Millionen kleiner Zellen, deren Wände unverdaulich sind für unsern Magen. Durch gute Vergrößerungsgläser kann man diese einzelnen Zellen sehen, die für das bloße Auge unsichtbar sind. Würde man eine Kartoffel roh essen, so würden diese Zellen mit dem von ihnen eingeschlossenen Stärkmehl wieder aus dem Körper ausscheiden. Wird aber die Kartoffel gekocht oder gebraten oder gebacken, so platzen durch die Ausdehnung in der Wärme die Zellen und lassen das Stärkmehl frei. Während nun Thiere solche Magen und Verdauungswerkzeuge besitzen, die die härtesten Zellen auflösen können, während z. B. Tauben ganze rohe Erbsen verschlucken und auch verdauen, besitzt der Mensch den Geist, der ihn lehrte, sich die Speisen zuzubereiten und all das, was Thiere für sich genießbar vorfinden, sich durch Kunst genießbar zu machen.

Das Kochen also ist für den Menschen eben so natürlich, wie das Kauen; denn das Kauen, das Zermalmen mit den Zähnen ist bei Thieren, die von Pflanzen leben, ebenfalls nichts als ein Zerreißen der Zellen. Thiere, die keine Zähne haben, z. B. die Vögel, besitzen ungeheuer starke Verdauungskräfte. Aber so unnatürlich es wäre, wenn der Ochs, der Zähne zum Zermalmen von Erbsen hat, diese ganz verschlucken wollte, wie die Taube, eben so unnatürlich wäre es, wenn der Mensch die Erbsen roh verschlucken wollte, wie ein Ochs.

Das, was man oft Kunst nennt, ist am Menschen gleichfalls Natur; denn seine geistigen Gaben sind seine natürlichen Gaben; und darum üben die Frauen eine ganz natürliche Kunst, wenn sie der Kochkunst obliegen.

XII. Nothwendigkeit der verschiedenartigsten Kost.

Man halte es nicht für eine bloße Leckerei, wenn der Mensch wählerisch in Speisen ist und von der verschiedenartigsten Kost seine Nahrung zieht.

Der menschliche Leib ist die verwandelte Speise, die er selber gegessen hat. Nun ist es zwar richtig, daß man auch von Brod und Wasser eine Zeitlang leben kann, aber das Wesen des Menschen ist so mannichfaltig, seine Eigenschaften sind so außerordentlich vielfältig, sein Thun und Lassen, seine Leidenschaften und sein Trieb, sein Begehren und sein Wollen, sein Schaffen und Denken sind so unendlich an Verschiedenheit und so reich an Veränderungen, daß der Leib, der der Träger all dieser Verschiedenheiten ist, in der That auch aus dem verschiedenartigsten Material gebildet werden muß.

Man hat die Beobachtung gemacht, daß Thiere, die nur ein und dieselbe Nahrungskost haben, sehr wesentlich ärmer an Geist sind als Thiere, die reichhaltigere und verschiedenere Speisen zu sich nehmen. Ja, es ist erwiesen, daß die Speise die Natur der Thiere vollständig umwandelt und sie zu andern Wesen macht. Mit Recht leitet der geistvolle Moleschott sein vortreffliches Werk: „Lehre von den Nahrungsmitteln" mit folgenden Worten ein: „Die Nahrung hat die wilde Katze zur Hauskatze gemacht," und beweist dadurch, wie die Nahrung die Natur der Thiere ändert, ja ihren Leib völlig umgestaltet. Wenn aber der civilisirte Mensch ein anderes und höheres, geistiger belebtes Wesen ist, als der Wilde, so hat man Ursache, dies auch dem Trieb zuzuschreiben, der den Menschen lehrt, in seinen Speisen nicht auf das Einfachste herabzusinken, sondern durch die mannigfachste Kost seinem Leibe die mannigfachsten Eigenschaften zu verleihen.

Die Natur selber aber hat dem Menschen die untrüg-

lichsten Merkmale verliehen, daß sie es für gut hält, wenn er verschiedenartige Speisen genieße.

Die Thiere, die von Pflanzen leben und die Thiere, die von Fleischspeisen leben, sind körperlich genau von einander unterschieden. Die Zähne der Pflanzenfresser sind breit und oben abgestumpft, wie unsere Backzähne. Sie haben die Bestimmung, die Pflanzenfasern zu zermalmen und die Zellen, die den Nahrungsstoff in sich einschließen, zu zerkauen; während die fleischfressenden Thiere nur spitze Zähne zum Zerreißen der Kost haben, wie unsere Augenzähne. Auch der Magen der Pflanzenfresser hat mehrere Abtheilungen, die verschiedene Dienste verrichten. Denn aus den Pflanzen wird nicht so leicht Blut bereitet, wie aus Fleisch, das den Blutstoff schon fertig in sich hat. Die Pflanzenfresser sind zum großen Theil Wiederkäuer, das heißt, die Speisen kommen aus der ersten Magenabtheilung wieder in den Mund, wo sie von den Zähnen nochmals zermalmt werden. Bei den Fleischfressern ist dies nicht der Fall. Endlich ist der Darm der Pflanzenfresser lang, weil in ihm die letzte Arbeit der Verwandlung zu Blutsaft vorgeht, und diese Arbeit bei Pflanzenkost bedeutender ist, wohingegen der Darm der fleischfressenden Thiere kurz ist, weil hier das Blut schon in der Kost vorgebildet ist.

Sieht man nun, daß der Mensch sowohl Schneidezähne vorne, zu beiden Seiten spitze Zähne und an den Backen Malmzähne hat, daß sein Magen zur Verdauung von Pflanzen- und Fleischkost eingerichtet und sein Darm so beschaffen ist, daß er beide Arten von Speise verarbeitet und zu Blutsaft ausbildet, so ist es keinem Zweifel unterworfen, daß die Natur selber ihm gebietet, in den Speisen abzuwechseln und die verschiedene Kost zu sich zu nehmen.

Bemerkt man nun hierzu, daß die Fleischkost allein ein Thier wild, schnell und listig, während die Pflanzenkost es zahm, ausdauernd, aber auch träge an Geist macht, so kann

man den Einfluß der Speise auf die Eigenschaft des Leibes nicht leugnen und man wird einsehen, daß es eine Sünde gegen den Menschen ist, wenn man ihn widernatürlich zu einer einfachen Kost gewöhnen wollte.

Das Beispiel an der Katze ist in der That sehr lehrreich; man sieht an ihr, wie die Gewöhnung an die Speise sie wirklich leiblich und geistig umgestaltet hat. Die wilde Katze hat einen kurzen Darm und ist raubgierig; die gezähmte Katze hat einen langen Darm und verräth nur zuweilen ihre alte Natur durch Arglist und Falschheit. Man lernt hieraus, daß verschiedene Kost Verschiedenheit der Leibesbeschaffenheit und sogar der geistigen Natur verleiht, und man darf den Schluß ziehen, daß die Natur, die den Menschen leiblich zu verschiedener Kost ausgestattet und seinem Geiste so verschiedene Eigenschaften reichhaltig verliehen hat, auch verlangt, daß die Kost des Menschen reichhaltig und verschiedenartig sein soll.

Nach dieser kurzen Vorbereitung wollen wir nun zu den Speisen selbst kommen, und zwar zur Hauptmahlzeit, zu dem Mittagessen, zu welchem mit Recht die verschiedenartigste Kost gewählt wird.

XIII. Fleischbrühe.

In der Hausmannskost spielen Suppe, Gemüse und Fleisch die Hauptrolle bei der Mittagsmahlzeit.

In der That ist dies eine so richtige Zusammenstellung, daß man wohl sagen darf, daß der feine Takt der Hausfrauen früher das Richtige herausgefunden hat, als die Wissenschaft selber.

Der richtige Takt der Frauen lehrt sie aber auch, diese Speisen so zusammenzustellen, daß sie sich gegenseitig ergänzen, und jeder Theil dem Körper etwas biete, was dem andern fehlt.

Die Hauptspeisen des Menschen werden eingetheilt in fettgebende und fleischgebende Speisen. Alle mehlhaltigen Speisen versorgen den Körper mit Fett, alle eiweißhaltigen Speisen versorgen den Körper mit Fleisch. Zur Erhaltung des Körpers aber ist es auch nöthig, daß er außerdem noch Salze genießt, aus denen sich die Knochen, die Haare, die Nägel und die Zähne bilden.

Unsere häusliche Küche sorgt in der That für all' dies. Noch bevor die Wissenschaft es erforschte, weshalb grade Speisen von solcher Beschaffenheit gegessen werden, hatten bereits die vorsorglichen Hausfrauen ihre Küchen so eingerichtet, daß sie die Naturbedürfnisse wirklich befriedigten. — Aber nicht allein die Stoffe, sondern auch die Art und Weise, wie diese zubereitet und aufgetragen werden, sind wesentlich für die Ernährung, und die Hausmannskost kann mit vollem Recht als ein Leitfaden für die wissenschaftliche Betrachtung dienen.

Eine vorsorgliche Hausfrau wird vor Allem erst das Fleisch an's Feuer setzen und für eine Suppe und ein gutes weichgekochtes Fleisch sorgen. Sie zieht das Rindfleisch andern Fleischarten vor, weil in diesem weniger Fett und mehr Eiweiß und Fleischfaser enthalten ist und es deshalb eine bessere Brühe und ein kräftigeres Fleisch abgiebt.

Durch das Kochen gewinnt das Fleisch an Nahrkraft. Vor Allem wird durch dasselbe der Verdauung vorgearbeitet. Es ist eine Aufgabe der Küche, die Verdaulichkeit zu erleichtern und dem Magen eine Arbeit zu ersparen. Das Fleisch in rohem Zustande hält seine nährenden Bestandtheile in Zellen eingeschlossen, die leimartig sind. Durch das Kochen erweicht der Leim und geht in die Brühe über, daher wird die Fleischbrühe, wenn sie kurz eingekocht ist, klebricht, und wenn sie erkaltet, erscheint sie steif und gallertartig. Dieser Leim selbst ist zum Theil nährend und durch geeignete Vorrichtungen wird er sogar aus Knochen und

Knorpel gewonnen und zu Gallerttafeln umgewandelt, die in Wasser gekocht, eine mäßig gute Suppe geben. Das Kochen hat also vor Allem den Zweck, den Leim der Zellstoffe aufzulösen. Ist dieser aber aufgelöst, dann wird der eigentliche Nahrungsstoff des Fleisches frei und der Magen nimmt ihn nicht nur leicht auf, um ihn zu verdauen, sondern er findet ihn schon so vorbereitet, daß er sich leichter in Blut umwandelt.

Bevor aber das Fleisch ins Kochen kommt, löst sich von der Oberfläche desselben das Eiweiß des Fleisches ab und vermischt sich mit dem Wasser, und dies giebt der Fleischbrühe die eigentliche Kraft, die ernährend wirkt. Später, wenn das Wasser kocht, gerinnt das Eiweiß, die Brühe wird weiß, als ob das Weiße von Eiern darin wäre, und aus dem Innern des Fleisches entweicht nun immer mehr dieser Stoff und macht die Brühe immer kräftiger. Während dessen aber zerfließt das Fett des Fleisches und lösen sich die Salze desselben auf, so daß eine gute Brühe zwar dem Fleisch viel von seiner Kraft entzieht, aber die Kraft bleibt in der Brühe und das Fleisch wird durch das Kochen zertheilbarer für die Zähne und verdaulicher für den Magen. Inzwischen wird keine Hausfrau vergessen, das Kochsalz reichlich hinzuzuthun. Dieses löst sich schnell im Wasser auf; aber in demselben Maße, wie das Fleisch Theile ausscheidet und dem Wasser abgiebt, in demselben Maße nimmt das Fleisch Kochsalz in sich auf, wodurch es nicht nur schmackhafter und verdaulicher, sondern auch nahrhafter wird. Erst in neuerer Zeit ist die Bedeutung des Kochsalzes als Nahrungsmittel erkannt worden, denn sowohl die Gewebe des menschlichen Körpers, wie das Blut und namentlich die Knorpel bedürfen zu ihrer Bildung des Salzes. Ein guter Landwirth mischt daher auch gerne einige tüchtige Hände voll Salz unter

das Futter der Thiere und die Erfahrung lehrt, daß sie dadurch stark und wohlgenährt werden.

Freilich kommen Fälle vor, wo man weniger eine gute Brühe, und das Fleisch selber dafür kräftiger haben will. In solchem Falle darf die Hausfrau das Fleisch nicht mit kaltem Wasser beisetzen, sondern mit kochendem Wasser. So wie das Fleisch ins kochende Wasse kommt, gerinnt das Eiweiß auf der Oberfläche des Fleisches und verschließt dasselbe, daß es nicht die Nahrungsstoffe aus dem Innern frei läßt. Auch das Braten im Ofen, wo das Fleisch nicht vom Wasser bedeckt wird, bringt dieselbe Wirkung hervor, wobei noch eine Zersetzung vor sich geht, die vorzugsweise Essigsäure bildet, durch welche das Fleisch mürbe wird. Richtiger und wichtiger ist es indessen für's Haus, eine gute Brühe zu bereiten und mit dieser das Mittagsessen zu beginnen.

Denn wer den Vormittag über thätig gewesen ist, dessen Magen bedarf vor Allem einer Nahrung, die ihm nicht viel Arbeit macht, und eine Suppe ist eine solche Nahrung. Darum bringt eine gute Hausfrau vor Allem eine gute Suppe auf den Tisch.

XVI. Zweckmäßige Zuthat zur Fleischbrühe.

In der Suppe wird die Hausfrau gern etwas Mehlhaltiges einrühren und mitkochen, und in der That paßt dies ganz vortrefflich dazu.

Die Fleischbrühe enthält Leim und Eiweiß und diese Bestandtheile verwandeln sich im Körper zu Fleisch. Allein nicht nur der thierische Körper, sondern hauptsächlich der thätige, arbeitende Körper erfordert solche Speisen, die sich in Fett umwandeln können. Schweiß und Athem, die so nothwendig sind bei der Arbeit, werden nämlich durch das Fett unterhalten. Daher schwitzen fette Menschen mehr als

magere, daher fehlt es fetten Menschen oft mehr an Athem als magern, daher verliert das weibliche Geschlecht, das mehr Anlage zum Fettwerden hat, als das männliche, auch mehr Schweiß als dieses, und deshalb essen Kinder, die viel herumlaufen, also auch mehr Athem und Schweiß brauchen, weit lieber Brod als Fleisch.

In einer Suppe also, die nur fleischgebende Bestandtheile enthält, ist es ganz passend, etwas mitzukochen, das mehlhaltig ist und im Körper auch Fett heranbildet. — Es ist an sich gleichgültig, was man hier wählt. Es kann fertiges Mehl oder eine Gries- und Graupenart oder Reis oder auch Kartoffeln sein, immer ist der Hauptbestandtheil darin das Stärkemehl, welches schon im Kochen zuckerhaltig wird und im Körper sich in Milchsäure und endlich in Fett umwandelt. Der Unterschied liegt nur darin, daß in der einen oder der andern Suppenspeise mehr oder weniger Stärkemehl enthalten ist. Am reichsten ist das Stärkemehl im Reis vorhanden, weshalb lebhafte Kinder mit Recht so gerne den Reis essen. In hundert Pfund Reis sind fünfundachtzig Pfund Stärkemehl, während hundert Pfund Weizenmehl nur etwa vierundsiebzig Pfund Stärkemehl enthalten. Eine kluge Hausfrau wird also wissen, daß sie von Reis weniger in die Suppe zu kochen braucht, als vom Mehl. Die Gries- und Graupenarten enthalten nur etwa die Hälfte so viel Stärkmehl, als der Reis, und Kartoffeln sind so arm daran, daß fünf Pfund Kartoffeln nur so viel Stärkemehl geben, als ein Pfund Reis. Er ist daher in der Suppe der Haushaltungen sehr empfehlenswerth, und es ist zu wünschen, daß der Zoll auf Reis ganz abgeschafft werde, um diese Speise billiger und dem Volk zugänglicher zu machen.

Indessen liegt die Brauchbarkeit einer Suppenspeise nicht immer an dem Nahrungsreichthum, sondern oft auch an der Leichtigkeit, mit welcher sie zubereitet wird. Der

Der Reis kann nicht in der Fleischbrühe selber, sondern muß, wenn seine Zellen ordentlich auflockern sollen, besonders im Wasser abgekocht werden, was dann eine gute halbe Stunde dauert. Er erfordert also einen besondern Feuerraum und apartes Feuermaterial; im Gries dagegen ist die Zelle bereits durch das Mahlen zerrieben und er wird gar, wenn er nur mit der Fleischbrühe ein paarmal aufkocht. Man darf solche Umstände niemals bei wissenschaftlicher Betrachtung der Speisen aus den Augen lassen, denn Zeit und Feuermaterial kosten Geld und vertheuern eine Speise in den Augen der praktischen Frauen, die der Gelehrte bei seiner chemischen Untersuchung für billig hält. —

Es kommen auch noch andere Umstände hinzu, welche Speisen beliebt und allgemein gebräuchlich machen, trotzdem sie wenig Nahrungsstoff enthalten. Ein Beispiel hierfür sind die Kartoffeln.

Wie arm diese an Stärkmehl sind, haben wir oben bereits erwähnt, und der Mann der Wissenschaft staunt mit Recht, wenn er sieht, daß nach seiner Rechnung der Nahrungsstoff der Kartoffel verhältnißmäßig oft theuerer bezahlt wird, als der des Mehls. Und doch hat der starke Gebrauch der Kartoffeln seinen guten Grund. — Die Zubereitung ist für die Kartoffel, wenn sie mit der Schale gekocht wird, die leichteste. Die arme Hausfrau, die sich durch Arbeit etwas verdienen muß, hat oft nicht Zeit zur Vorbereitung des Mittagessens und schlägt es nicht gering an, wenn sie solch ein Essen in der letzten halben Stunde gar hat, ohne diese Zeit am Heerd zuzubringen. Denn die Kartoffeln kochen nicht über und laufen nicht aus. — Hierzu kommt noch der Umstand, der die Kartoffel selbst am Tisch des Reichen beliebt macht und der liegt darin, daß die Beschaffenheit des Stärkmehls in derselben derart ist, daß es sich schon im einfachen Kochen in Zuckerstoff umwandelt und ihr einen angenehmen Geschmack verleiht, der andern billi-

gen Speisen mangelt. Wie außerordentlich leicht der Zuckerstoff in der Kartoffel sich bildet, wird wohl Jeder schon erfahren haben, wenn er eine Kartoffel gegessen, die etwas Frost wegbekommen hat, wodurch die Zelle schon im rohen Zustande berstet und das Stärkmehl schon während des Kochens in Zucker umgesetzt wird. —

XV. Hülsenfrüchte.

Das Suppengrüne, das bei uns gebräuchlich ist, kann als Nahrung kaum angesehen werden; es hat seine Beliebtheit als Würze und viel auch durch medizinische Eigenschaften, die es zum Theil besitzt; wir übergehen daher dasselbe, um zu den nahrhaftesten Speisen zu kommen, die in unsern Küchen zubereitet werden, und dies sind die Hülsenfrüchte.

Erbsen, Bohnen und Linsen sind so außerordentlich reich an fettgebenden und fleischbildenden Stoffen, daß sie nicht nur dem Brod, sondern sogar dem Fleisch nahe kommen. Diese Speisen sind daher, wenn sie gut zubereitet werden, mit Recht sehr beliebt, denn sie sind billig und nahrhaft zugleich. In Haushaltungen, wo das Fleisch ein seltener Gast auf der Tafel ist, da darf die Hülsenfrucht nicht fehlen. In Kasernen und Gefängnissen spielt die Hülsenfrucht eine bedeutende Rolle und nachdem man in neuerer Zeit eine richtigere Einsicht in die Nahrungsfähigkeit der einzelnen Speisen erhalten, sucht man es mit Recht so einzurichten, daß in den sechs Werkeltagen, in denen es kein Fleisch giebt, der Gefangene einen Tag um den andern eine der drei Hülsenfrüchte zur Speise erhält.

Der Stoff, der diesen drei Hülsenfrüchten gemeinsam ist, wird Erbsenstoff genannt. Er ist an Stärkmehl noch etwas reicher als Brod und fast dreimal so reich, wie die Kartoffel. Zum Theil ist in der Hülsenfrucht auch fertiger Zuckerstoff vorhanden, den man namentlich in der frischen

Zuckererbse herausschmeckt. Dabei ist der fleischgebende Inhalt außerordentlich reich und reicher, als in andern Pflanzen; nur der Wassergehalt ist gering und deshalb ist es nicht gut, die Hülsenfrucht trocken zu genießen. Die junge Erbse und Bohne hat noch einen besondern Vorzug, daß sie grün mit den Hülsen und Schalen gegessen werden kann, die ebenfalls reich sind an Stärkmehl und Zucker.

Dahingegen kann man es den Hausfrauen nicht dringend genug empfehlen, die trockenen Hülsenfrüchte durchzuschlagen, wodurch die Hülsen abgesondert werden, denn die trockene Hülse wird weder durch den Speichel noch durch den Magen- oder Darmsaft vollständig aufgelöst und belästigt den Körper in einer Weise, die ihn oft krankhaft reizt.

Eine Eigenthümlichkeit beim Kochen der Hülsenfrüchte wird jede Hausfrau wohl schon gemerkt haben. Zuweilen kochen Erbsen stundenlang, ohne weich zu werden; im Gegentheil werden junge Erbsen, die roh weich sind, beim Kochen härter, während oft dieselben Erbsen sehr leicht nach halbstündigem Kochen sich weich anfühlen und aus den Hüllen hervorplatzen. Der Grund hiervon liegt nicht in der Erbse, sondern im Wasser, worin sie gekocht wird. — Unsere Frauen wissen schon von der Wäsche her das harte Wasser vom weichen zu unterscheiden. In hartem Wasser zerkrümelt sich die Seife und sieht wie graue aus, in weichem Wasser löst sie sich vollständig auf und bildet eine schleimige Flüssigkeit. Es rührt dies daher, daß das harte Wasser, unser meistes Brunnenwasser Kalk in sich hat, der eine chemische Verbindung mit den Fettsäuren der Seife eingeht und einen unlöslichen Stoff damit bildet, während Regenwasser wenig oder gar keinen Kalk enthält und daher die Seife vollständig auflöst. — Es geht mit dem Erbsenstoff ebenso. Der Kalk des Brunnenwassers, der sich im Theekessel am Boden als Wasserstein ansetzt, verbindet sich mit einigen Stoffen der Erbse und bildet einen sehr harten

unverdaulichen Körper, während das Regenwasser den Erbsenstoff auflöst.

Es ist daher klar, daß man an Brennmaterial spart und an Nahrung gewinnt, wenn man Erbsen, Bohnen und Linsen in weichem Wasser kocht und zur Beruhigung unserer Hausfrauen wollen wir ihnen nur sagen, daß Regenwasser, durch Leinwand gegossen, durchaus nicht unreinlich ist, namentlich wenn man es ein paar Stunden ruhig stehen läßt, und dann einen Theil von oben abschöpft.

Von Erbsen, Bohnen und Linsen wird im gesunden Körper Blut und Fleisch und Milch und Fett gebildet. Wenn die unverdaulichen Hülsen entfernt werden, dann verlieren sie auch das Belästigende und Blähende, das sie unbeliebt macht; und außerdem ist in dem Erbsenstoff noch Phosphor enthalten, der zur Bildung der Knochen und des Gehirns nothwendig ist, so daß man es wohl dem Erbsenstoff nachrühmen kann, er sei gut für den Leib und den Geist.

XVI. Gemüse und Fleisch.

Es ist eine gute deutsche Gewohnheit, Gemüse und Fleisch als zusammengehörig zu betrachten.

In den gewöhnlichen Gemüsen ist wenig Nahrungsstoff vorhanden. In unsern Kohl- und Kräuterarten besteht neun Zehntel ihres Gewichts aus Wasser. Es bleibt also nur ein kleiner Rest für den eigentlichen Nahrstoff, für das Pflanzen-Eiweiß, den Gummi, das Pflanzenfett, das Stärkmehl und den Zucker. Nur die Wurzelgemüse, z. B. die Rüben und die jungen Mohrrüben, enthalten einen großen Zuckerreichthum, weshalb die letztern namentlich für Kinder und selbst für Genesende und Wöchnerinnen zu empfehlen sind. Der Genuß unserer gewöhnlichen Gemüse also wäre, wenn man nur auf den Nahrungsstoff sieht, eine Art Verschwendung.

Allein sie besitzen Stoffe, die sehr wohlthätig für die Ernährung werden, wenn man sie mit Fleisch genießt. Sie enthalten organische Säuren, die das Obst so beliebt machen und die Eigenschaft besitzen, das lösliche Eiweiß des Fleisches im gelösten Zustand zu erhalten. Sie ersparen also den Verdauungswerkzeugen eine Arbeit und führen das feste Fleisch schneller in die blutbildende Flüssigkeit über. Daher ist es auch erklärlich, daß man nach Tisch, selbst wenn man vollständig gesättigt ist und keinen Bissen mehr zu sich nehmen mag, noch gern ein wenig saftiges Obst ißt, oder vom Obst-Kompott etwas zu sich nimmt, und statt Beschwerde nur noch Erleichterung im Genuß empfindet. Unsere üblichen Gemüsearten haben denselben Nutzen und sind daher, mit dem Fleisch genossen, dem Körper zuträglich.

Weshalb aber mögen wohl unsere Hausfrauen das Gemüse vor dem Fleisch und das Obst nach dem Fleisch auf den Tisch bringen?

Schwerlich werden die Hausfrauen hierauf eine richtige Antwort zu geben wissen; aber trotzdem ihnen der Grund nicht klar ist, handeln sie dennoch hierin, wie in unendlich vielen andern Dingen, vom richtigen Instinkt geleitet. Im Obst ist die wohlthuende organische Säure bereits fertig vorgebildet, sie braucht vom Magen nur aufgenommen, aber nicht produzirt zu werden. Man handelt also vortheilhaft, das Obst nach dem Fleisch zu genießen und die Verdauung gemeinsam vor sich gehen zu lassen. — In unsern Gemüsearten aber wird die organische Säure meist erst im Magen während des Verdauungsgeschäftes frei. Genießt man sie vor dem Fleisch, so kann die freiwerdende Säure die Verdauung des Fleisches fördern, wohingegen nach dem Fleisch genossen, die Säure oft einen Posttag zu spät kommen würde. Daher ist es auch erklärlich, daß man solche Gemüsearten, wo die Säure bereits durch Gährung hervorgebracht ist, wie

bei dem so beliebten Sauerkraut, sehr gern mit dem Fleisch zugleich als eine Art Kompott genießt.

Die Gemüse aber haben noch den großen Vorzug, daß sie reich sind an denjenigen Erdsalzen, die der Körper zu seinem Wohlergehen bedarf. Es sind in den verschiedenen Gemüsearten sehr verschiedene Dinge vorhanden, die man kaum glauben sollte, daß man sie essen kann, denn sie gehören zu den Metallen und metallischen Verbindungen, wie Chlor, Eisen, Kali und Natron, die in unserm Körper wichtige Rollen spielen. Man muß sich daher nicht wundern, wenn ein verständiger Hausarzt oft ein Gemüse verschreibt statt einer Arznei, ja man hat Ursache, ihm zu danken, wenn er öfter die Hausfrau auf den Markt, als das Dienstmädchen nach der Apotheke schickt, denn es kommen mannigfache Krankheitserscheinungen vor, die im Keim unterdrückt werden durch solche organische Medicamente, welche die Natur stets nachhaltiger zu bereiten versteht, als der Chemiker im Laboratorium. Um nur eines dieser Mittel zu erwähnen, wollen wir den Spinat anführen, dessen Genuß für Kinder und junge Mädchen, die ein bleiches Aussehen haben, ganz vortrefflich ist. Diese Bleichheit rührt von einem Mangel an Eisen im Blute her. Nun kann zwar jeder Arzt Tropfen verschreiben, die Eisen enthalten, aber die Wirkung solcher künstlichen unorganischen Dosen ist sehr zweifelhaft, während der Spinat eisenhaltig von Natur und immer eine bessere, eine organische Arznei und Speise zugleich ist.

Genießt man nun Gemüse und Fleisch, so hat man seinem Leib Genüge gethan. Es braucht auch nicht viel Fleisch zu sein. Sechs bis acht Loth täglich reichen vollkommen für einen Menschen aus. — Das Fleisch ist arm an Wasser, dafür ist das Gemüse reich daran, das Gemüse ist arm an Eiweiß, dafür thut das Fleisch das seinige hinzu und es stellt sich so eine Gleichmäßigkeit heraus, die gerade

geeignet ist, ein Gemenge zu bilden, wie es das Blut braucht, das unsern Leib ernährt.

Unsere Hausmannskost ist also nicht zufällig so, und noch weniger ist es Willkür unserer Hausfrauen, wenn sie den Tisch derart versorgen und ordnen, sondern wir haben Ursache, anzuerkennen, daß sie durch die Praxis weit früher auf richtigere Bahnen geleitet worden sind, als die Wissenschaft, die erst in neuester Zeit dieser praktischen Bahn zu folgen im Stande ist. —

Da wir uns einige Speisen noch zum Abendbrod aufbewahren müssen, so haben wohl unsere Leser nichts dagegen, wenn wir jetzt das Mittagsbrod beschließen. —

„Wie aber sieht es denn mit einem Mittagsschläfchen aus?"

XVII. Das Mittagsschläfchen.

Ein altes deutsches Sprichwort sagt: „Nach dem Essen sollst du stehen, oder tausend Schritte gehen!" Die Gewohnheit indessen hat stark um sich gegriffen, weder zu stehen, noch zu gehen, sondern möglichst gemächlich zu ruhen und wenn's angeht, ein wenig zu schlummern. Der Schlaf gehört nun freilich nicht zu den Nahrungsmitteln und somit könnten wir für jetzt die Frage über das Mittagsschläfchen von uns abweisen; allein, wenn er einen Einfluß hat auf die bessere Verdauung der Speisen, steht er der Ernährung nahe genug, um über ihn hier ein paar Worte sprechen zu dürfen.

Wir haben es bereits erwähnt, daß Essen und Verdauen auch eine Arbeit ist. Freilich mag es für Viele die liebste und für Manche die einzige Arbeit ihres Lebens sein; aber eine Arbeit ist es jedenfalls für All und Jeden, und es ist wichtig, daß man während derselben Ruhe hat. Wer

sich einbildet, fleißig zu sein, wenn er sich nicht Zeit zum Essen nimmt, wer unter starker leiblicher Bewegung sein Mittagbrod verzehrt, der bringt sich mehr aus als ein. Die Thätigkeit nach außen stört die innere Thätigkeit. Der Schweiß, der nach außen tritt, entführt dem Körper Feuchtigkeit, so daß schon der Speichel des Mundes spärlich wird. Dieser aber ist zur Verdauung nothwendig. Es wird wohl schon Jeder die Erfahrung gemacht haben, daß man bei großer Ermüdung das Gefühl der Trockenheit im Munde verspürt und ein Stückchen Semmel einem so ausgetrocknet vorkommt, daß es, wie man sich ausdrückt, im Halse stecken bleibt. Wie es mit dem Speichel ist, so ist es mit den andern Verdauungsflüssigkeiten und oft fühlt man in solchen Fällen, daß ein Bissen im Magen wie ein Stein liegt, der erst durch einen Trunk aufgeweicht werden müßte.

Es ist daher wichtig, vor dem Essen ein wenig zu ruhen, während desselben nicht andere Arbeiten vorzunehmen und hauptsächlich nach dem Essen den Körper nicht äußerlich anzustrengen. Das Essen ist eine innerliche Arbeit und man soll bei dieser nicht zugleich äußerlich arbeiten. Die Erfahrung werden wohl schon Viele gemacht haben und sie ist von der Wissenschaft bestätigt, daß sich selbst im heißen Sommer kurz nach dem Essen der Schweiß verliert; Beweis genug, daß bei der Thätigkeit der innern Organe die äußern ruhen müssen. Es ist also während, vor und nach dem Essen durchaus Ruhe nöthig und diese Ruhe ist es, die uns auch nach Tisch träge macht und uns die Neigung giebt, ein wenig zu schlummern.

Aber auch nur ein wenig. Selbst diejenigen, die sich daran gewöhnt haben, fühlen es, daß sie mit einem halbstündigen Halbschlummer genug haben und daß sie unerquickt sind, wenn sie lange schlafen.

Der Grund hiervon ist folgender:

Der Verdauungsprozeß im eigentlichen Sinne geschieht

auf chemischem Wege, durch Auflösung der Speisen vermittelst des Magensaftes. Diese Verdauung wird aber befördert durch Bewegungen des Magens, der die Speisen von einer zur andern Seite hinschiebt und sie unter einander bringt und zu einem Ballen umgestaltet, dessen einzelne Theile verschmolzen sind. Zu diesem ersten Akt der Verdauung ist die Ruhe zuträglich und darum ist der Schlaf während dieser Zeit so süß und angenehm. — Zur weitern Verdauung jedoch ist eine Energie nöthig, die während des Schlafes nicht vorhanden ist und die, weil sie eben fehlt, den Schlaf unruhig, oder die Verdauung unvollkommen macht.

Wer sich mit vollem Magen Abends zu Bette legt, der wird dies oft empfinden. In der ersten Stunde ist der Schlaf angenehm und ungestört; denn dem ersten Akt der Verdauung ist die äußerliche Ruhe günstig. Sodann aber beginnt der Schlaf gestört zu werden, man hat mit Ermüdung und Verdauungsbeschwerden zu kämpfen und erhebt sich am Morgen aus dem Bette mit Kopfschmerz, belegter Zunge und halbverdorbenem Magen.

Dies wird genügen, um anzudeuten, daß es kein Nachtheil ist, wenn man nach Tisch ein wenig schlummert, daß es aber nachtheilig ist, wenn sich dieser Schlummer lange hinzieht. Schwere im Kopf und übler Geschmack im Munde sind die besten Anzeichen, daß man des Guten zu viel gethan hat und wer diese Empfindungen hat, der thut gut, schnell aufzubrechen, durch ein Glas frisches Wasser sich anzuregen, sich durch Waschen mit recht kaltem Wasser zu ermuntern. Denn der Moment ist da, wo die Verdauung besser vor sich geht bei der Thätigkeit, als bei der Ruhe, und Jeder, der dies fühlt, betrachte es als eine Aufforderung der Natur, die ihm zuruft: Mensch, du hast genossen und geruht, frisch auf, die Zeit ist da zur Arbeit!

Wer diesem Rufe munter folgt, dessen Thätigkeit wird gedeihen.

XVIII. Wasser und Bier.

Wenn am Vormittag der Appetit nach Speisen bei den arbeitenden Menschen vorwaltet, so ist am Nachmittag mehr der Durst rege und das natürlichste und frischeste Getränk ist in diesem Falle ein gutes Glas Wasser.

Das Wasser ist kein Nahrungsmittel im eigentlichen Sinne, wenn man unter Nahrungsmittel das versteht, was der Mensch an pflanzlichen oder thierischen Stoffen zu sich nimmt. Das Wasser ist kein organischer Stoff, sondern ein rein chemischer. Aber es gehört das Wasser so entschieden zum Leibe des Menschen, daß er umkommen müßte, wenn er es nicht genießt. Macht daher auch das Wasser nicht satt, so bewirkt es doch erst die eigentliche Verflüssigung der Speisen, die zu Blut werden und das Blut ist so reich an Wasser, daß unsere Speisen, die gleichfalls wasserhaltig, uns damit nicht genug versorgen.

Ohne Wasser findet weder die Verdauung noch die Ernährung, weder die Blutbildung noch die Absonderung statt. Es ist bemerkenswerth, daß die thätigsten Organe des menschlichen Körpers, das Gehirn und die Muskeln am wasserreichsten sind. Das Wasser also, obgleich es keine Nahrungsstoffe enthält, ist hiernach wohl eine Nahrung zu nennen und es ist bekannt, daß man längere Zeit ohne Speisen, als ohne Trank sich erhalten kann.

Das Wasser, das wir genießen, spielt demnach eine wichtige Rolle im Körper; es hat eine dreifache Verwendung.

Erstens verbinden sich die Bestandtheile des Wassers, der Wasserstoff und der Sauerstoff mit den Speisen und bewirken die Verwandlung derselben. Das Stärkemehl, das wir in Pflanzenkost genießen, kann ohne Wasser nicht in Zucker verwandelt werden. Da das Stärkemehl sich in Fett umwandelt, so würden wir des Fettes entbehren, wenn wir nicht

Wasser zu uns nehmen, so sonderbar es auch klingt, daß wir vom Wasser fett werden sollten.

Das Wasser hat ferner die Bestimmung, all die Flüssigkeiten zu erhalten, die in unserm Körper nöthig sind; und da diese ausgeschieden werden, so muß das Wasser den Ersatz desselben bieten. In Athem, Schweiß und Harn verlieren wir fortwährend Wasser und müssen deshalb solches wieder einnehmen. Wer viel schwitzt und viel athmet, wie z. B. bei der Arbeit oder auf der Fußwanderung, der muß auch deshalb mehr Wasser trinken.

Es hat aber der Genuß des Wassers noch eine dritte Bestimmung, indem dieses uns einen Theil der Salze und der Stoffe zuführt, die in ihm beigemischt oder aufgelöst sind und deren unser Körper zu seiner Bildung bedarf. Zum Trinken wenden wir daher nicht destillirtes Wasser an, das künstlich gereinigt ist von all den metallischen und erdigen Stoffen, sondern wir brauchen das Quell- und Brunnenwasser, das reichhaltig damit versehen ist und ziehen dies sogar dem reinsten Regenwasser vor, das wenig davon enthält.

Das Wasser hat die vortreffliche Eigenschaft, daß man nicht leicht davon zu viel trinken kann. Es wird dasselbe schon im Magen aufgesogen und geht von da in's Blut über. Es gewährt daher eine schnelle Kühlung, die nur schädlich werden kann, wenn man zu sehr erhitzt ist. Nur dann wird das Wasser nicht im Magen aufgesogen, wenn es Salze enthält, die es schwerer machen, als die Blutflüssigkeit ist, z. B. wenn man Glaubersalz oder Bittersalz darin aufgelöst hat. Es gelangt dann in den Darm und äußert hier theils als Flüssigkeit, theils durch Reiz des Salzes auf die Darmnerven, jene medizinische Wirkung, die oft benutzt wird. Aehnlich wie dieses salzhaltige Wasser wirken manche Brunnenkuren, die namentlich bei Unterleibskrankheiten angewandt werden.

Das gewöhnliche Trinkwasser aber, das schnell in's Blut übergeht, bewirkt die schnelle Ausscheidung durch Schweiß, Athem und Harn und hierauf beruht die sehr beachtenswerthe Wirkung der Wasserkuren, wo ein Glas Wasser oft besser wirkt, als eine Flasche Medizin.

Wartet man mit der Stillung des Durstes, bis mehrere Stunden nach dem Mittagsessen verflossen sind, dann erquickt uns ein Trunk Bier. Das Bier enthält Nahrungsstoffe und ist je nach seinem Inhalt mehr oder weniger reich an Eiweiß, Zucker, Gummi, Hopfenbitter und Alkohol. Die Verschiedenheit der Gährung und der Zubereitung giebt die verschiedenen Bierklassen, von denen bei uns das Braunbier, Bitterbier und Weißbier die gebräuchlichsten sind.

Im Braunbier ist der Nahrungsstoff vorherrschend; es wird daher mit Recht dem andern vorgezogen, wenn es darauf ankommt, Nahrungsstoffe in der leichtesten und schnellsten Form zu sich zu nehmen. Mit Recht giebt man es daher den Müttern und den Ammen, wenn sie Kinder an der Brust haben. Diese Biersorte, wenn sie gut ist, ist eine Art kalte Suppe. Wer hungrig und noch so sehr echauffirt ist, daß er noch nichts essen kann, dem wird solche kalte Suppe einen guten schnellen Dienst leisten. — Das Bitterbier ist reicher an Hopfenbitter oder dem Bitterstoff verschiedener Kräuter, die die Wirkung des Gerbestoffes haben und den Magen stärken. Das jetzt so sehr in Aufschwung gekommene bairische Bier ist außerordentlich verschieden in diesen Stoffen und enthält eine stärkere Portion Alkohol, der ihm die Vortheile des Branntweins giebt, meist ohne dessen Nachtheile nach sich zu ziehen. Es sättigt daher nicht, sondern reizt den Appetit und ist weniger für den Nachmittag, als für das Frühstück und den Abend geeignet. Das Weißbier hat seinen Werth im Zucker und in der Kohlensäure, die es enthält; es hat daher die Wirkung des Zucker- und Selterser-

wassers an sich und ist für diejenigen zu empfehlen, denen ein Brausepulver oft gut thut.

Indem wir über die Biere in späterer Zeit einmal ein Näheres mitzutheilen gedenken, können wir das gewöhnliche Vesperbrot als eine Wiederholung des Morgenimbisses übergehen und wollen mit unserm diesmaligen Thema schließend noch auf das Abendbrot kommen, wobei wir noch einige Hauptspeisen in Betracht ziehen werden.

XIX. Abendbrot.

Keine Stunde ist so angenehm als die Abendstunde nach vollbrachtem Tagewerk, und das Volk hat Recht, wenn es dieselbe den Feierabend nennt, denn es liegt eine Feierlichkeit und eine Ruhe über derselben, die der Seele und dem Leibe wohl thut.

Auch der Genuß des Leibes in diesen Abendstunden, auch die Speisen des Abendbrotes sollen nicht die Feierlichkeit desselben stören durch eine Last, die man dem Magen aufbürdet. Das Essen soll nur ergänzen, was man in letzten Stunden der Arbeit an Kraft verloren hat; es soll nicht mehr im Voraus gegessen werden, um Kraft zur nächsten Arbeit zu haben. Denn man hat die Nachtruhe vor sich, die am ungestörtesten ist, wenn der Magen wenig zu verarbeiten hat.

Wer Schlafende flüchtig beobachtet und die langen Athemzüge und den Schweiß bemerkt, der meint wohl, daß man im Schlafe viel Kohlensäure und Wasser verliert und deshalb auch nur gehörig mit Speisen versorgt den Körper zu Bette legen müsse. Allein das ist ein Irrthum. Der Athem des Schlafenden ist lang und tief; aber außerordentlich langsam und der Schweiß rührt nicht von der größern

Menge des Wassers her, die man im Schlafe verliert, sondern davon, daß der Körper durch Decken und geschlossene Zimmer mehr geschützt ist vor Luftzug, der die Hautdünstung entfernt, und deshalb während des Wachens den Schweiß nicht so leicht sich ansammeln läßt. — Im Gegentheil verbraucht man während des Schlafes weniger von den Kräften des Körpers als während des Wachens und man verspürt auch deshalb des Nachts keinen Hunger und ist am Morgen weniger ermattet, als man sein müßte nach so vielstündigem Fasten.

Hieraus aber ergiebt sich schon, daß das Abendessen nicht ein Essen für die Nacht, sondern für die letzten Stunden des Tages sein soll. Es soll kein Essen pränumerando, sondern ein Essen postnumerando sein!

Es sind deshalb zum Abendessen nur leicht ernährende Speisen zu wählen und diese müssen auch, wenn der Schlaf ruhig von Statten gehen soll, leicht verdaulich und mindestens zwei bis drei Stunden vor dem Schlafengehen genossen werden.

Ein warmes Abendbrod ist für gesunde Menschen nicht nothwendig. Denn das Mittagbrod wird darum nur warm gegessen, damit der Leim und das Fett der Speisen flüssig bleiben mögen, am Abend aber sind solche Speisen nicht rathsam und man legt der Hausfrau nur eine Last auf, wenn man sie für das Abendessen auch noch an die Küche fesselt, wo sie sich gar zu oft schon am Tage Erkältungen zuzieht.

Wer indessen mit einem Butterbrot und einem Glas Bier nicht zufrieden ist, der mag, wenn er es haben kann, etwas Käse essen; allein man hüte sich Fettkäse als Speise für den Abend zu betrachten, denn alle Fette sind schwer löslich im Magen; dahingegen sind alle Sauermilchkäse, wie z. B. unsere Sorten von Kuhkäse nicht nur leichter verdaulich, sondern sie reizen zugleich, wenn sie mit Kümmel und

Salz gut versorgt sind, den Magen und befördern, wie eine Art Gewürz, die Absonderung des Magensaftes. Dieser Eigenschaft verdankt selbst der Süßmilchkäse den Vorzug, daß man ihn am Schluß der reichlich versorgten Tafel herumreicht. Denn, wenn er auch an und für sich schwer verdaulich ist, so bewirkt er doch in sehr kleiner Portion durch Reizung des Magens die Vermehrung des Magensaftes und trägt daher zur Verdauung der andern Speisen bei.

Will man jedoch durchaus etwas Nahrhaftes zum Abend genießen, so versehen weichgesottene Eier diesen Dienst vortrefflich. Der Nahrungsreichthum der Eier steht dem des Fleisches vollkommen gleich. Unsere Hühnereier vereinigen in sich alle Vorzüge des Fleisches; ja das eigentlich Fleischgebende im Fleische ist das Eiweiß, das seinen Namen vom Eiweiß der Eier entlehnt hat.

Da ganz hart gesottene Eier schwerer verdaulich sind, so ist das halbgesottene am zuträglichsten. Man bereitet diese am besten, wenn man das Wasser früher kochen läßt und dann erst die Eier einlegt. Der Grund davon ist, daß durch das kochende Wasser die oberste Schicht des Eiweißes schnell hart wird und so eine dicke Schale bildet, die die Wärme nicht vollständig bis zu dem Dotter eindringen läßt. Setzt man die Eier aber mit kaltem Wasser bei, so erwärmt sich das Ei mit dem Wasser gleichmäßig bis in's Dotter hinein nnd läßt dieses beim Kochen schnell hart werden.

In Gesellschaften und Familien ist es üblich, eine Tasse Thee zum Abendbrot herumzureichen. Der Thee ist kein Nahrungsmittel, aber er hat alle Eigenschaften des Kaffee's. Er erwärmt das Blut, er erhöht die Thätigkeit des Herzens; er verhilft zu einer gewissen Munterkeit des Geistes und belebt daher oft die Unterhaltung und die Gemüthlichkeit, wenn sich der Gesellschaft Langeweile und die Schläfrigkeit zu bemächtigen beginnt. — — —

Und da wir somit bis an die Langeweile und die Schläfrigkeit angelangt sind, wollen wir schnell unser Thema „die Nahrungsmittel für das Volk" schließen und zwar mit dem Wunsche, daß die wirklichen Nahrungsmittel dem Volke nie fehlen und ihr Genuß ihm jedenfalls noch gedeihlicher sein möge, als diese wissenschaftlichen Erörterungen.

Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin.

Naturwissenschaftliche Volksbücher.

Band II.

Aus dem Reiche der Naturwissenschaft

von

A. Bernstein.

Band II.

Aus dem Reiche

der

Naturwissenschaft.

Für

Jedermann aus dem Volke

von

A. Bernstein.

Zweiter Band.

Etwas vom Erdleben. — Vom Instinkt der Thiere.

Zweite Auflage.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
(W. Besser's Verlagshandlung.)
1861.

Inhaltsverzeichniß.

Etwas vom Erdleben.

I. Das Leben der sogenannten „todten Natur."

Indem wir vom „Erdleben" sprechen, meinen wir damit nicht das Leben der Geschöpfe, die auf dem Erdenrund sich bewegen; wir meinen vielmehr das Leben der Erde selber. Denn das, was man die „todte Natur" zu nennen pflegt, ist nach der Erkenntniß der neuern Zeit keineswegs wirklich todt, sondern lebt ein eigenthümliches Leben, entwickelt sich, verändert sich, nimmt fort und fort andere Gestaltung an und steht mit dem Gesammtleben des großen Weltalls in innigstem Einklang.

Wäre die Erde todt, so würde es kein Leben auf ihr geben; lebte die Erde nicht, so wäre sie auch unbelebt. Sie würde weder Pflanzen noch Thiere noch Menschen erzeugen, erhalten und wieder in ihren Schooß aufnehmen können. — Freilich ist das Leben der sogenannten „todten Natur" ein anderes, als das, welches man gewöhnlich mit Leben bezeichnet, und wir kennen dieses Leben der Erde noch so wenig, und haben bisher nur so kleine Bruchstücke desselben erfassen gelernt, daß die Wissenschaft auf dem jetzigen Standpunkt in nur bescheidenem Maße Antwort zu geben weiß auf die Fragen, die die Wißbegierde der Menschen an sie stellt.

Aber dennoch wissen wir so viel, daß die Erdoberfläche, auf der wir leben, nicht immer so beschaffen war, wie sie jetzt ist. Die Luft, die die Erde umgiebt, war ehedem eine andere als die jetzige; die Pflanzen anders als die, die jetzt unter uns gedeihen. Die Thierwelt war eine von der unsrigen verschiedene, und der Mensch?— — es war ehedem eine Zeit, wo er noch gar nicht auf der Erde existirte, und sicherlich war das Menschengeschlecht, als es auftrat, ein anderes als das jetzige.

Ist dem aber so — und hierüber herrscht in der Wissenschaft nicht mehr der geringste Zweifel — dann darf man nicht glauben, daß die Erde fortan und in aller Ewigkeit so bleiben wird, wie sie ist; daß Luft und Wasser und Pflanzen und Thiere und Menschen in Form und Wesen unabänderlich für alle Ewigkeit so fortbestehen werden, sondern wir haben das Recht, darauf zu schließen, daß die Veränderungen, die sich nach bestimmten Gesetzen bisher entwickelt haben, noch ferner einwirken und Umgestaltungen hervorrufen werden, die wir jetzt kaum zu ahnen vermögen.

War die Erde einmal anders und ist sie bis jetzt anders geworden, weshalb sollte man annehmen, daß sie nicht noch ferner sich umgestalten wird? Und findet eine solche Umgestaltung statt, und nach bestimmten Gesetzen statt, so darf man sich nicht mehr sträuben, diese Umwandlung mit dem Namen eines Lebens zu bezeichnen.

Große Gebiete der Erde, die ehedem vom Wasser bedeckt waren, liegen jetzt als trockener Boden vor uns. Ja, hohe Gebirge, die gegenwärtig von Wolken umhüllt emporragen, tragen die unverkennbarsten Spuren, daß sie ehedem auf dem Boden des Meeres gelegen haben. Sandsteinblöcke, die ganze Gebirgsketten ausmachen, auf denen jetzt riesige Bäume wurzeln, die Vögel des Himmels woh-

nen und die neugierigen Menschen herumwandeln, um von der Höhe hinabzublicken in die sonnige Ebene des flachen Landes, — diese Sandsteinblöcke waren ehedem lockerer loser Sand auf dem Grunde eines Meeres, welcher Muscheln der Schalthiere in sich aufgenommen, in welchem Knochen von Fischen liegen geblieben sind. Und dieser lockere lose Sand, in dem sich unzählige Reste eines ehemaligen Lebens erhalten haben, ist erst nach vielen Millionen von Jahren auf dem Boden des Meeres zu Stein geworden, und wurde dann durch eine innere Kraft der Erde emporgerichtet als Felsgebirge, die der Mensch wie ein Gebirge der Urwelt anstaunt und als ein Bild unveränderlicher Ewigkeit betrachtet.

Und Gebiete, die heute unter dem Meeresspiegel liegen, sie haben ebenso unzweifelhaft einmal dem Licht und der Luft angehört und waren der feste Boden für die vorweltliche Thier- und Pflanzenwelt, die die Reste ihres Daseins darin zurückgelassen. Das Meer hat das jetzt begraben, was die Erde einst in ihren Schooß aufgenommen. Denn das Meer, das uns wie ein Bild der Unendlichkeit erscheint, hat sich verändert.

Sind aber die Berge nicht ewig, und ist das Meer nicht unendlich vor dem Forscherblick der Wissenschaft, so ist in ihrer Veränderung ein inneres Leben thätig — und darum wollen wir das Kapitel vom Erdleben beginnen mit der Thätigkeit der Erde in Bildung der Gebirge und der Meere.

II. Wie entstehen die Berge und die Meere?

Die Berge sind nicht ewig und die Meere sind nicht unendlich. Die Berge sind erst groß geworden und werden noch immer größer, und die Meere sind in ihrem

Sein und Wesen der ewigen Umwandlung ausgesetzt. Es fehlte nur bisher der beobachtenden Menschheit der Blick für die Geschichte dieser Umwandlungen und die Wissenschaft hat unendliche Mühe, der Natur in ihren kleinen Wirkungen und großen Folgen mit sicherem Blicke nachzuspüren, um das Leben der Erde darin erkennen zu lassen.

Wie aber sind die Berge entstanden? Wie sind die Meere geworden? Wie entstehen die Berge noch immer und verändern sich noch immer die Meere?

Die Berge sind entstanden und entstehen noch immer durch das Feuer, das im Innern der Erde eingeschlossen ist und das zuweilen durch Vulkane, die man im gewöhnlichen Leben feuerspeiende Berge nennt, zum Ausbruch kommt. Die Meere werden gebildet von Wasser, das auf der Oberfläche der Erde ist, aber sie werden auch verändert durch dasselbe Wasser und seine Wirkungen, das seine Ufer und seine Tiefen unausgesetzt umspült und unterwühlt.

Wir werden von der Bildung der Berge und der Meere noch ein Näheres unseren Lesern darzulegen suchen. Für jetzt jedoch wollen wir den Kampf schildern, der zwischen den Bergen und den Meeren geführt wird; ein Kampf, bei welchem die Quellen, die Flüsse und Ströme einerseits und andrerseits die Luft, die Alles umschließt, ihre große unendliche Rolle spielen.

Von den Bergen, die von einer gewaltigen Kraft im Innern der Erde emporgetrieben worden, daß sie sich hoch aufrichteten über das allgemeine Erdenrund, von diesen Bergen wäscht der Regen unausgesetzt kleine Theile ab. Selbst die härtesten Steine verwittern an ihrer Oberfläche durch die Luft und die Feuchtigkeit derselben. Die Oberfläche aller Steine sieht fast immer anders aus, als

ihr Inneres, denn diese Oberfläche ist immer im Verwittern, im Zerkrümeln begriffen. Felsen, die bis in die Wolken hineinragen, sind bestimmt, nach Millionen von Jahren dem Erdboden gleich gemacht zu werden. Die Wolken, die sie umhüllen, sind die Zeugen ihrer fortwährenden langsam vor sich gehenden Zerstörung. Was in stiller feuchter Luft von den Felsen verwittert, führt der trockene Wind als feinen Staub davon und wäscht der Regen herunter, um es am Fuße der Gebirge abzulagern. Daher ist am Fuße der meisten Gebirge ein reiches Fruchtland verbreitet, denn aus den verwitterten Gesteinen wird eine fruchtreiche Erddecke. Die dürren Felsen, die ein Bild des starren Todes sind, werden nach ihrer Verwitterung gesegnet und bilden einen üppigen Grund, auf dem ein Pflanzen-Paradies gedeiht.

Sammelt sich aber der Regen auf den Höhen der Berge in kleinen Vertiefungen, die ihm den Ablauf zur Erde versperren, so sucht das ruhelose Wasser seinen Weg durch alle Spalten des Felsens, durch alle Lücken der Gesteine und sickert hindurch durch Sand- und Erdlagen und bricht dann an einer tiefer liegenden, oft sehr fernen Stelle als schwacher Berg-Quell heraus an das Licht des Tages, um das Gestein unter ihm zu überrieseln, durch Rinnen und Hohlgänge und ausgespülte Dämme bald zu stürzen, bald zu fließen, bald sich hindurch zu winden, bis er Genossen findet, die gleichen Weges mit ihm ziehen und sich zu einem größern Quell vereinen, der einem Bache zueilt.

Wo eilt der Bach hin? Der Bach schlängelt sich so lange durch's Land, bis er einen Strom findet, der das Wasser verschiedener Bäche in sich aufgenommen hat, und der Strom eilt dem Meere zu, um in dessen unendlichem Becken sich zu verlieren und das ewig volle und dennoch

ewig dürstende Meer mit seinen Gewässern speisen zu helfen.

Aber jeder Regen und jeder Quell und jeder Bach und jeder Strom und jeder Fluß führt kleine aufgelöste oder losgelöste Theilchen der festen Gebirge mit sich hinab zum Meere. Was auf dem weiten Wege zu beiden Seiten der Ufer oder in der Tiefe abgelagert wird, reißt das nächste Wasser bei vollerem Strom wieder weiter fort, und so fließt und strömt und stürzt und wirbelt fort und fort das im Vergehen begriffene Gebirge ins Meer hinab, und so sind die himmelanragenden Felsen bestimmt, vernichtet und vom Meere verschlungen zu werden.

III. Die Wirkung entgegengesetzter Kräfte auf die Erde.

Die Berge also zerfallen und fließen mit den Gewässern in kleinen losgelösten Theilen ins Meer.

Das Meer aber sammelt in seinen tiefen Abgründen alle jene kleinen Gesteintheilchen wieder. Sie fallen zu Boden, wenn es auch Jahre lang dauern mag, bevor ein Körnchen hinab gelangt in den tiefen Abgrund. Ist es edoch hinabgelangt in die Tiefe, die der Mensch in seinem Scharfblick noch nicht erforscht hat, so findet es daselbst Genossen, die vor ihm seit Millionen Jahren sich hingelagert haben und durch den Druck der eigenen Schwere und durch die Last des über ihnen liegenden Wassers sich versteinern und so fest an einander gepreßt werden, daß sie wiederum bilden, was sie ehedem gewesen, daß sie wiederum in der Tiefe Felsen werden, wie sie es ehedem waren, als sie hoch in die Luft emporragten.

Verschlingt das Meer demnach die Felsen, so verdrängen fort und fort die kleinen Theilchen wiederum das

Meer und füllen seinen Boden aus. Das Meer muß daher in seinen Ufern steigen und fortwährend in der Weite zunehmen. Und da dies immer der Fall und ewig der Fall sein wird, so müßten die Berge verschwinden, die Meere sich erheben und die Länder bedecken, die jetzt über dem Spiegel der Gewässer hervorragen. Der trockene Boden müßte hinabsinken und endlich eine gleichmäßige Kugel bilden, auf der Wasser allein die Oberfläche bildet.

Dieser Zerstörung des Erdbodens durch das Wasser wirkt jedoch eine Kraft entgegen, die im Innern der Erde thätig ist, und dies ist die Kraft, die neue Berge emporrichtet und den flachen Boden des Meeres über die Oberfläche desselben erhebt und an andern Stellen neue Tiefen bildet, in die das Meer sich hinabsenkt und die Grenze setzt, „daß die Wasser nicht wiederkehren, die Erde zu bedecken.“

Die Kraft im Innern der Erde ist die Kraft, welche zuweilen gewaltsam hervorbricht und in Vulkanen plötzlich zum Ausbruche kommt. Die Thätigkeit der Vulkane ist nur ein gewaltiges Zeugniß, daß die schaffende Kraft im Innern der Erde nicht erloschen ist und auch nicht ruht. Wenn die Vulkane so plötzliche, erschreckende, erhabene und oft Verderben bringende Beweise des Erdenlebens geben, so sind sie nur die Folge von langer Unterdrückung der innern Kraft der Erde und kommen nur dort zum plötzlichen Vorschein, wo der langsam und regelmäßig wirkenden Kraft ein gewaltiger Widerstand sich entgegen gestellt hat.

Durch die vulkanische Thätigkeit werden heißflüssige Gesteine aus dem Innern der Erde emporgeschleudert auf die Oberfläche der Erde. Die feurige fließende Masse, diese geschmolzenen Felsen aus dem Innern der Erde ergießen sich oft aus feuerspeienden Bergen wie Ströme

geschmolzenen Metalles und fließen hernieder in die Thäler und erstarren daselbst zu Gesteinen, die man Lava nennt, um hier zu erkalten und zu verwittern und zu zerfallen und neuen Boden zu gründen, worauf ein üppiges Gedeihen von Pflanzen, Thieren und Menschen sich entfalten kann.

Aber dies sind nur die Ausnahmen, die nur selten stattfinden; es sind nur die Gewaltthaten der innern Kraft des Erdlebens. In stillerer Wirksamkeit jedoch ist diese Kraft ununterbrochen thätig, und unbemerkbar für das Menschenauge und das Gedächtniß eines Menschengeschlechts richtet diese Kraft neue Berge auf, schafft diese Kraft neue Inseln; erhebt diese Kraft große Landstriche, die oft Hunderte von Quadratmeilen umfassen, und schafft so neue Unebenheiten auf dem Erdenrund, um der Thätigkeit der Gewässer, die Alles auszugleichen streben, entgegen zu wirken.

Und dies ist der Kampf, den wir für jetzt vorführen wollten: der Kampf, der Millionen Jahre währt und währen wird, der Kampf des Innern der Erde mit der Oberfläche, der Kampf, in welchem Theile aus dem Innern der Erde an die Oberfläche steigen, und die auf der Oberfläche waren, hinabsinken zur Tiefe. Ein Kampf, in welchem die Erde ihre Gestalt wie ein Gewand wechselt, ein Kampf, der vom Erdenleben Zeugniß giebt, wenn auch das Leben eines Menschen viel zu kurz ist, um nur den allerkleinsten Theil des Erdenlebens mit eignem Blicke zu überschauen.

Und einen kleinen Abriß von dem, was der Forschergeist der Menschen hier erkannt, wollen wir eben, so gut es uns möglich, unsern Lesern vorführen.

Daß eine Kraft des Feuers im Innern der Erde noch immer thätig ist, daß die Wirksamkeit dieser Kraft

gerade die entgegengesetzte ist als die des Wassers auf der Oberfläche der Erde, daß das Feuer im Innern der Erde die Berge emporrichtet und daß das Wasser auf der Oberfläche der Erde die Berge langsam wieder vernichtet, das Alles ist eine vollkommen sichere Thatsache und entspricht auch der natürlichen Vorstellung von einem Gleichgewicht in den Kräften der Natur, wo die eine eben die Aufgabe hat, die Wirkung der andern aufzuheben und auszugleichen, und dadurch eine ewige Veränderung und doch eine ewige Beständigkeit hervorzurufen.

Man sollte nun aber glauben, daß dieser Zustand, weil er eben als naturgemäß erscheint, von Ewigkeit her so gewesen sein müsse. Allein dies ist nicht der Fall.

Es muß eine Zeit vor vielen, vielen Millionen Jahren gegeben haben, wo das Wasser auf der Oberfläche der Erde noch nicht existirte, wo die Erde selber eine große feurige und flüssige Kugel gewesen ist, die sich erst nach und nach abgekühlt und die dadurch erst nach langen Entwickelungen eine harte Oberfläche erhalten hat, welche jetzt unser Wohnort ist.

Wenn dies der Fall ist — und es sprechen viele Beobachtungen dafür, — so ist mit der Erde eine Veränderung vor sich gegangen, die ihren ganzen Zustand anders gemacht hat als er ursprünglich war, und man hat dann Grund anzunehmen, daß die Erde sich noch immer weiter verändern und einmal einen Zustand annehmen wird, der all' dem, was jetzt auf der Oberfläche der Erde lebt, sowohl von Pflanzen, Thieren und Menschen ein Ende machen und eine ganz neue Schöpfung und neue Geschöpfe hervorrufen werde!

Und hier eben ist das Gebiet, wo nicht mehr die Forschung der strengen Wissenschaft, sondern nur die Vermuthung uns leiten kann und wo der Phantasie ein außer-

ordentlich freier Spielraum gegönnt ist, sich zu verlieren in weit hinter uns liegende vorweltliche Bilder und weit hinauszugreifen in Vorstellungen über eine in grauester Ferne der Zukunft liegende Zeit.

So interessant diese Phantasieen sein mögen, so wenig wollen wir ihnen doch in diesen Artikeln folgen, die der unterhaltenden Belehrung, aber nicht der bloßen phantastischen Unterhaltung gewidmet sind. Wir wollen daher unsern Lesern lieber mit dem offenen Geständniß entgegentreten, daß die strenge Wissenschaft noch nicht eingedrungen ist in die Geheimnisse jener Vergangenheit und noch nicht, ohne sich zu verwirren, weit hinausgreifen darf in die verhüllte Zukunft.

IV. Wie sieht es im Innern der Erde aus?

Die Frage, wie es im Innern der Erde aussieht, weiß die Wissenschaft jetzt noch nicht sicher zu beantworten. Es steht wohl fest, daß die Erde im Innern nicht hohl ist; auch ist es bewiesen, daß sie nicht aus einer fabelhaft schweren Masse im Innern besteht, wie es endlich auch unzweifelhaft, daß die Wärme im Innern der Erde außerordentlich ist. Aber all' das reicht nicht hin, einen sichern Schluß auf die Beschaffenheit des Innern der Erde zu ziehen und man muß sich mit der Annahme begnügen, daß die Wärme im Innern der Erde groß genug ist, um selbst Massen in geschmolzenem Zustande zu erhalten, die, wenn sie erkalten, zu Steinen werden, daß also die Erde selber eine feurig flüssige Beschaffenheit hat und nur ihre Oberfläche hart geworden ist durch nach und nach eingetretene Erkaltung, wie wenn eine große geschmolzene Wachsmasse zuerst auf der Oberfläche erkaltet und starr wird, während sie im Innern eine Zeitlang flüssig und heiß bleibt.

Folgt man dieser Vorstellung, so hat man sich die Erde zu denken, wie einen Körper, der von einer harten Schale umschlossen, in deren Innern aber eine flüssige heiße Masse vorhanden ist. — Und diese Vorstellung ist in der That hinreichend, so manche Erscheinung der Natur zur erklären.

Vor Allem hat man sich durch Versuche überzeugt, daß die Wärme, welche durch die Einwirkung der Sonne auf der Oberfläche der Erde herrscht, nicht Einfluß hat auf die Tiefe der Erde. Schon in tiefen Kellern ist es Sommer und Winter fast gleich warm. Unsere Keller dienen daher, die Speisen im Sommer vor Fäulniß durch Hitze und im Winter vor Verderben durch Frost zu schützen. — Gräbt man bis zu einer Tiefe von 60 Fuß, so ist gar kein Unterschied zwischen heißen oder kalten Ländern, zwischen Sommer und Winter, zwischen Tag oder Nacht zu merken. Die Wärme bleibt dort vollkommen dieselbe, mag die Sonne auf der Oberfläche der Erde glühend scheinen oder gar keinen Strahl hinsenden. Geht man aber noch tiefer, so nimmt die Wärme stets zu und Versuche haben gezeigt, daß sie auf je 130 Fuß um einen Grad steigt, so daß man in dieser Weise zu dem Schluß gekommen ist, daß in einer Tiefe von 12 Meilen eine Hitze von 2000 Grad herrschen müsse, eine Hitze, bei welcher selbst die härtesten Gegenstände schmelzen und flüssig sein müssen.

Es ist indessen keineswegs ausgemacht, daß die Hitze wirklich fort und fort mit der Tiefe zunimmt; denn es ist leicht denkbar, daß die Erde eine gewisse Naturwärme besitzt, wie es mit dem thierischen Körper der Fall ist, dessen Oberfläche auch kälter ist als das Innere, und wo eine Zunahme der Wärme gleichfalls stattfindet, je tiefer man durch die Haut in den Körper hineindringt; gleich-

wohl nimmt die Wärme nur bis zu einem gewissen Grade zu, bis sie die Blutwärme, die etwa dreißig Grad beträgt, erreicht hat und sodann sich nicht weiter steigert.

Wie dem aber auch sein mag, so steht doch so viel fest, daß die Wärme im Innern der Erde oft genug hervorbricht auf die Oberfläche, und die heißen Wasserquellen, die aus der Erde emporsteigen, die Dämpfe und Flammen, welche von feuerspeienden Bergen hervorgeschleudert werden, wie die Laven, die geschmolzenen Steine, die sich aus den Kratern der Vulkane ergießen, führen einen Theil der Erdwärme nach oben hin und geben Zeugniß davon, daß die Gluth im Innern noch nicht erloschen ist.

Diese Gluth des Innern, die jetzt noch thätig ist, reicht hin, die Erscheinung zu erklären, daß sich zuweilen noch jetzt Gase unter der harten Oberfläche der Erde sammeln, daß diese mit großer Macht gegen die harte Decke der Erde pressen, daß dieser Druck von innen nach außen noch gesteigert wird durch die Ausdehnung, welche durch die Wärme verursacht wird, daß dieser Druck oft eine Bewegung des Gases hervorruft von einem Orte zum andern und daß diese Bewegung auf der Oberfläche der Erde als Erdbeben verspürt wird, wodurch oft Berge erschüttert, Thäler verschüttet werden, der flache Boden der Erde tiefe Risse erhält, Gewässer ihren Lauf ändern, alte Quellen versiegen und neue Quellen entstehen, zuweilen aber auch die Oberfläche der Erde sich zu einem hohen Berghügel emporrichtet und dort das heiße Gas einen Ausweg sich öffnet, durch den Dampf, Gas, Feuerflammen und geschmolzenes Gestein mit furchtbarem Getöse hinausgeschleudert werden.

Bei solcher Gelegenheit geschieht es nun, daß die harte Schale der Erde durchbrochen und hinaufgetrieben wird über die Oberfläche der Erde, wo sie Gebirge bildet.

Gebirge sind also nichts als Theile der harten Erdschale, die durch die Kraft der Wärme im Innern aus ihrem Zusammenhang losgerissen und emporgerichtet worden sind. — Weiß man also nicht viel von dem Innern der Erde, so hat man doch durch genaue Studien der Gebirge mindestens Gelegenheit, die Schale der Erde genauer kennen zu lernen und von der Art und Weise, wie diese Schale entstanden ist, sich eine Vorstellung zu verschaffen.

Und dies eben wollen wir nunmehr darstellen.

V. Die harte Erdschale.

Wenn man die Gebirge der Erde genauer untersucht, so findet man eine auffallende Erscheinung an denselben.

Man sollte meinen, auf den Spitzen der Berge müßten sich diejenigen Stein- und Erd-Arten finden, die sonst auf oberem Boden zu finden sind, während der Fuß des Gebirges solche Massen zeigen soll, die sonst tief unter dem flachen Erdboden vorhanden wären. — Dies ist aber nicht der Fall.

Es zeigt sich vielmehr umgekehrt. Die höchsten Berge bestehen gerade in ihren Höhen aus solchen Gesteinen, die am tiefsten unter der Oberfläche der Erde liegen.

Es verhält sich hiermit folgendermaßen.

Wenn man ein Loch in die Erde gräbt und dies immer tiefer und tiefer bohrt, so findet man, daß die harte Schale der Erde, die ihre Oberfläche bildet, aus verschiedenen Schichten besteht, die über einander liegen. Indem wir diese Schichten später noch näher bezeichnen werden, wollen wir nur für jetzt sagen, daß die

unterste all' dieser Schichten von Steinarten gebildet ist, die man Basalt, Porphyr, Grünstein und Granit nennt, und daß diese so tief unter der Oberfläche liegen, daß man durch Nachgrabungen noch gar nicht bis zu dem Granit gekommen ist, der der Oberfläche am nächsten ist, während der Grünstein unter der Granit-Schicht, der Porphyr unter der Schicht von Grünstein und der Basalt noch tiefer, also noch unter dem Porphyr liegt.

Dies ist nur auf flachem Boden der Fall, wo kein Gebirge vorhanden ist. — Wo aber Gebirge sich hoch emporrichten, da ist es gerade umgekehrt. Das unterste Gestein der am tiefsten liegenden Schicht bildet das höchste und schroffste Gebirge und liegt so, daß die oberen Schichten immer von ihm durchrissen und die untersten durch die oberen hindurchgedrängt worden sind. Da naturgemäß der Basalt unter dem Porphyr, Grünstein und Granit liegt, und ohne allen Zweifel sehr tief unter diesen harten Gesteinmassen, so sollte man glauben, daß es gar keine Basalt-Gebirge geben könne, weil, wenn der Basalt in die Höhe wollte, er die über ihm liegenden Gesteine erheben und aus diesen Gebirge bilden müßte. Es ist aber nicht so der Fall. Der Basalt bildet große und außerdem schroff in Säulen hoch emporgerichtete Gebirge und ist offenbar durch alle Gesteine, die über ihm lagen, hindurch gebrochen, so daß er sie zerrissen und sich seinen Weg durch sie hindurch zur Oberfläche der Erde hinauf gebahnt hat.

Dies aber ist ein Zeichen einer gewaltsamen und plötzlich zum Ausbruch gekommenen Kraft. Wäre der Basalt von einer langsam wirkenden Kraft emporgetrieben, so würde er die Steine, die über ihm liegen, vor sich her geschoben und sie noch höher über sich hinaus gehoben haben. Dies ist jedoch nicht der Fall. Er ging durch

die Gesteine, die über ihm lagen, hindurch, wie eine Kanonkugel durch eine Wand.

Ganz dasselbe ist beim Porphyr, dem Grünstein und Granit der Fall. Auch sie bilden Gebirge; aber immer haben sie die über ihnen liegende Schicht gewaltsam durchbrochen und zerrissen und haben sich über sie hinaus zur Höhe emporgerichtet. Noch nirgend hat man gefunden, daß der Basalt von einer andern Steinart durchbrochen worden ist, sondern er durchbricht alle übrigen. Daraus hat man den Schluß gezogen, daß der Basalt das Gestein sein muß, das die unterste Schicht der harten Erdschale bildet.

Der Porphyr durchbricht alle übrigen Gesteine, wenn er ein Gebirge bildet, nur den Basalt nicht; folglich hat man daraus mit Recht geschlossen, daß der Porphyr die zweite Schicht der harten Erdrinde bilden muß. In gleicher Weise hat man den Schluß gezogen, daß der Grünstein über dem Porphyr und der Granit über dem Grünstein als harte Schale über dem feurigen Kern der Erde liegen müsse.

Aus der Betrachtung der höchsten Gebirge also hat man die Geheimnisse der Tiefe, in die noch kein Mensch hineinzudringen vermochte, zu erforschen gesucht, und hat den richtigen und zuverlässigen Schluß gezogen, daß das feurige Innere der Erde zuerst eine Schale von Basaltgestein, sodann eine von Porphyrgestein, sodann eine von Grünstein und endlich eine von Granit um sich hat.

Es fragt sich nun freilich, wie dick sind diese Schalen? Oder wie tief müßte man wohl graben, um bis auf den feurigen Kern zu gelangen?

Die Antwort hierauf ist in vielen Punkten unbestimmt, und man hat nur durch ungefähre Berechnungen eine Schätzung angegeben, die keineswegs so zuverlässig ist,

als man es wünscht. Durch natürliche Höhlen und Nachgrabungen ist man noch nicht viel mehr als eine Meile tief in das Innere der Erde gedrungen. Die Schwierigkeit der Schachtbauten, die unterirdischen Gewässer, schädliche Luftarten und anderweitige Hindernisse haben tiefere Nachgrabungen verhindert. Und bei dieser Tiefe von einer Meile ist man noch lange nicht einmal auf den Granit gekommen, wenn nicht die Kraft des Feuers den Granit in die Höhe getrieben hat. Es bleibt also nichts übrig als die Schätzung auf einige wissenschaftliche Gründe gestützt, und diese hat ergeben, daß etwa in einer Tiefe von 25 bis 50 Meilen die Erde noch flüssig feurig ist und also die Gesteinschalen, die wir hier genannt haben, diese Dicke besitzen.

Diese Schalen aber hat man sich nicht so vorzustellen, als ob sie allenthalben gleichmäßig und allenthalben anschließend wären, sondern die innere Kraft der Erde, die diese Schalen emporgetrieben und Gebirge aus ihnen gebildet hat, sie hat die Schichten vielfach durchbrochen und unter einander geschleudert und ohne Zweifel auch Spalten, Risse, Oeffnungen und Gänge zwischen diesen Gesteinen geschaffen, die nur leicht verdeckte Kanäle bis zur Oberfläche der Erde bilden, deren oberste Oeffnungen die Krater der feuerspeienden Berge sind, die man noch jetzt zuweilen in Thätigkeit sieht.

VI. Die Wärme der Erde im Innern.

Stellt man sich nun die Erde als feurigflüssige Masse im Innern vor, die von einer harten Gestein-Schale umgeben ist, so fragt es sich vor allem, woher die Schale wohl gekommen sein mag, ob dieselbe sich noch fortwährend bildet, oder ob sie wohl noch einmal zusammenschmelzen könnte?

Die Vorstellung, die man sich hiervon zu machen berechtigt ist, ist folgende:

Ehedem, sicherlich vor vielen, vielen Millionen Jahren, ist die Hitze der Erde groß genug gewesen, um auch diese Gesteine zu schmelzen, und die ganze Erde war nur eine einzige flüssige Feuerkugel, jedoch durch Ausstrahlung der Wärme in den Weltraum ist die äußerste Hülle erkaltet und hart und erst nach und nach zu dieser dicken Schale geworden, die den Kern jetzt einschließt.

Daß die Hitze der Erde im Innern einmal so wachsen sollte, daß sie ihre Gesteindecke wiederum schmilzt, das ist nicht anzunehmen. Die Erde verliert vielmehr tagtäglich nicht unbeträchtliche Massen von Wärme. Die Gase, die aus der Erde an einzelnen Stellen ausströmen, bringen eine Erkaltung hervor. Die warmen Wasserquellen, die emporströmen, entführen ihr unausgesetzt Wärme, und Vulkane sind nicht minder thätig, ihr fortwährend Wärme zu entziehen, so daß man eher an eine Erkaltung als an ein neues Aufflammen der Erde zu denken hat.

Allein auch dieses Erkalten findet schwerlich statt. Wer auch nie etwas von der Chemie gelernt und nur einmal wahrgenommen hat, wie kalte Schwefelsäure in kaltes Wasser gegossen, ein sehr heißes Gemisch der beiden Flüssigkeiten hervorbringt, der wird es schon zu-

geben müssen, daß sich Hitze auf chemischem Wege bildet, und dies ist wirklich der Fall und bei jeder Art von Wärme der Fall, die wir künstlich erzeugen. Es wird sich also Jedermann leicht vorstellen können, daß sich im Innern der Erde durch chemische Prozesse allein so viel Wärme entwickeln kann, daß sie vollkommen das ersetzt, was die Erde alltäglich an Wärme nach außen hin abgiebt.

Im Gegentheil ist es keinem Zweifel unterworfen, daß es zur Erhaltung der Erde nothwendig ist, daß sie fort und fort Wärme hinaussendet, die sie im Ueberfluß in ihrem Schoße bildet, und wenn sich die Erde zuweilen öffnet und durch Vulkane große Flammen und Massen emporschleudert, so ist es nicht ein drohendes Zeichen des Untergangs, sondern ein Zeichen der Sicherheit des Baues der Erde. Denn auf diesen Wegen strömt gewaltsam diejenige Hitze aus, die, wenn sie sich ansammelte, wohl einmal im Stande sein würde, die Erdschale in verderbenbringender Weise zu zersprengen.

An jedem Dampfkessel läßt der Maschinenbauer eine Oeffnung, die man mit einem Gewicht zudeckt. Wenn der Dampf zu stark wird, hebt er das Gewicht auf und der überflüssige Dampf strömt dann durch die Oeffnung aus. So lange diese Oeffnung, die man das Ventil nennt, nicht verstopft ist, so lange wird der Kessel nie zersprengt werden, und es ist thöricht, daß unerfahrene Leute sich fürchten, in der Nähe der Dampfmaschine zu stehen, wenn sie das Zischen und Brausen bemerken, das der dort ausströmende überflüssige Dampf verursacht. Nur dann kann die Nähe des Dampfkessels gefährlich werden, wenn kein Dampf durch diese Oeffnung strömt und es möglich ist, daß das Ventil verschlossen ist. Man nennt daher mit Recht solch' eine Vorrichtung „das Sicherheits-Ventil.“

Mit nicht minder großem Rechte nennt Alexander von Humboldt die Vulkane „die Sicherheits-Ventile der Erde.“

So lange sie thätig sind, ist ein gewaltsames Zersprengen der Erdschicht nicht zu fürchten; hörten sie einmal auf, so würde ein Zersprengen der Schale der Erde wohl möglich sein.

Wir dürfen es freilich nur als eine Vermuthung anführen, daß die Erde gerade nicht mehr Wärme im Innern entwickelt, als sie durch Erkaltung und durch Vulkane und heiße Quellen verliert, und daß so immer nur ein bestimmter Grad der Wärme in der Erde herrscht, der sich gleichbleibt für alle Zeiten oder sich ausgleicht durch stete Ausströmungen. Dies alles ist, wie gesagt, freilich nur eine wissenschaftliche Vermuthung; allein man hat auch einen Beweis dafür, daß die Erdwärme nicht wesentlich gestiegen und nicht wesentlich gesunken ist in den letzten zweitausend Jahren.

Es ist bekannt, daß in der Hitze sich alle Gegenstände ausdehnen, und beim Erkalten sich zusammenziehen. Hätte die Erde seit zweitausend Jahren in ihrer innern Hitze zugenommen, so müßte sie auch an Umfang zugenommen haben; wäre sie in dieser Zeit kälter geworden, so müßte sie auch an Umfang kleiner geworden sein.

Nun hat man zwar noch gegenwärtig nicht den Umfang der Erde so genau gemessen, daß man mit Sicherheit sagen kann, daß die Erde sich gar nicht im Umfang verändere, und man hat vor alten Zeiten dies noch weit weniger gekonnt, so daß sich durch direkte Messungen nicht bestimmen läßt, ob die Erde zunimmt oder abnimmt an Größe. Allein man hat einen sicheren und vollkommen

überzeugenden Beweis, daß der Umfang der Erde sich seit zweitausend Jahren vollkommen gleich geblieben ist; und hieraus hat man den unzweifelhaften Schluß gezogen, daß die Wärme im Innern der Erde seit so langer Zeit auch unverändert geblieben sein muß.

Der Beweis, daß der Umfang der Erde sich nicht verändert haben kann, liegt in Folgendem.

Es steht mathematisch fest, daß eine Kugel, die sich um ihre Axe dreht, sich langsamer zu drehen anfängt, wenn sie größer wird, und schneller drehen muß, wenn sie kleiner wird. — Die Erde ist nun solch' eine Kugel, die sich täglich einmal um ihre Axe dreht, und wir besitzen astronomische Beobachtungen aus den Zeiten des griechischen großen Naturforschers Hippārch, die auf das Allergenaueste den Beweis liefern, daß der Tag sich seit jener Zeit auch nicht um den tausendsten Theil einer Sekunde verlängert oder verringert habe, das heißt also, daß die jetzige Umdrehung der Erde um ihre Axe genau ganz und gar dieselbe ist, die sie vor zweitausend Jahren gewesen. Es muß also der Umfang der Erde sich ebenfalls gleich geblieben sein, und es kann demnach die Wärme der Erde weder ab- noch zugenommen haben seit jenen Zeiten.

Man hat daher die vollste Ursache, anzunehmen, daß die Erde eine Wärme im Innern besitzt, die sich wenigstens jetzt nicht mehr verändert, daß sich zwar durch chemische Prozesse in ihr eine Wärme erzeugt, aber die überflüssige Wärme sich wieder durch Ausströmungen verliert und so eine Ausgleichung stattfindet, die zwar einen ewig thätigen, aber auch einen ewig unveränderlichen Gesammt-Zustand hervorbringt.

Dies aber ist ein Merkmal eines innern Lebens, das ja hauptsächlich darin besteht, daß der lebendige Körper

bei fortwährend vor sich gehender Veränderung dennoch seine Natur und sein Wesen nicht ändert, indem er stets so viel von sich abthut, als er von Kräften oder Eigenschaften immer in sich neu entwickelt.

VII. Die Bildung des tropfbaren Wassers auf der Erde.

Indem wir zu dem Resultat gekommen sind, daß zwar die Erde sich ursprünglich verändert und umgestaltet haben muß, bevor sie einen bestimmten Zustand angenommen hatte, daß sie aber nunmehr bei aller Thätigkeit und Veränderung in Einzelnheiten einen festen und dauernden Gesammt-Zustand beibehält, wollen wir wieder zurück zur Geschichte der Bildung der Erde oder richtiger zur Geschichte der Bildung ihrer Oberfläche und des Lebens auf derselben. Denn die harte Schale von jenen vier Gesteinen, die wir bereits beschrieben haben, ist keineswegs der Grund und Boden, auf dem wir leben, sondern es ist jene Schale noch von vielen Meilen dicken Schichten umgeben, die erst nach und nach die Grundlage geworden sind zu dem Wohnsitz und der Entwickelung aufkeimender Pflanzen, lebender Thiere und endlich denkender Menschen.

Sicherlich hat bereits jeder unserer Leser sich die Frage vorgelegt, wo denn damals, als die Erde erst durch Erkaltung jene Steinschale um sich gebildet hatte, das Wasser gewesen sein mag, das jetzt einen so großen Theil der Erdoberfläche bildet?

Die Antwort hierauf ist folgende.

Das Wasser ist seiner Natur nach flüssig, so lange es nicht bis über 80 Grad hinaus erwärmt wird. So-

bald es jedoch diesen Grad der Wärme erreicht hat, verdampft es und bildet Wassergas, das sich mit der Luft mischt und mit derselben unendliche Zeiten sich unverändert erhalten kann, sobald es nicht erkaltet.

Solches Wassergas, solches verdampfte Wasser umgiebt uns alltäglich mit der Luft, in der wir leben. Nur dann, wenn die Luft erkaltet oder mit einer kältern Luft sich mischt, bildet sich das darin schwebende Wassergas zu feinen Tröpfchen, die uns in großer Masse als Nebel sichtbar werden, oder in der Höhe der Luft als Wolken erscheinen und erst dann, wenn diese feinen Tröpfchen sich bei weiterer Abkühlung zu größern Tropfen bilden, fallen sie nieder als Regen oder Schnee oder Hagel, und bilden die Gewässer, die wir auf der Erde sehen.

Noch jetzt ist alles Wasser auf der Oberfläche der Erde und in den Tiefen der Meere bestimmt, nach und nach zu Wassergas zu werden, in der Luft herumzuschweben und wieder als neugebildetes Wasser zur Erde herabzuströmen. Auch von den unendlichen Wassermassen gilt jener Kreislauf der Veränderung, der alles Dasein charakterisirt, und wir werden bei anderer Gelegenheit von dem Kreislauf des Wassers unsern Lesern ein Näheres mittheilen.

Zur Zeit, als die Erde ihre feste Gestalt der Oberfläche erst bildete, war ohne Zweifel das Wasser nur in Dampfform vorhanden; welche großartige Rolle es aber spielen mußte in der Erdbildung, als die Gesteine der Erdschale nun vorhanden waren, das wollen wir nunmehr näher betrachten.

Versetzt man sich in Gedanken in jene Zeit, in welcher die Erde durch Erkalten ihre harte Gesteinschale um

sich bildete, so ist es klar, daß diese Schale in der ersten Zeit noch immer so heiß gewesen ist, daß auf ihr kein Tropfen Wasser niederfallen konnte, ohne sofort zu verdampfen. Dahingegen muß in der Höhe der Luft, damals, als eine harte Schale das Feuer im Innern der Erde verschlossen hielt, schon ein solcher Grad von Kälte geherrscht haben, daß der Dampf, wenn er nach oben hinauf gelangte, sich in Wolken und Wassertropfen und Regen verwandelte.

Und nun begann bei der Bildung der Erde auch das Wasser seine Rolle zu spielen.

Man stelle sich nur vor, daß zu jener Zeit das Wasser aller Meere, Seen und Flüsse nicht als tropfbares Wasser, sondern als Wasserdampf die Erde umgab, so wird man leicht einsehen, daß die Erde außer den Gesteinhüllen noch eine Dampfhülle von ungeheurer Größe um sich hatte. In dieser Dampfhülle verwandelte sich stets der obere Theil, der kälteste, in Wasser und stürzte tosend zur Erde. Hier aber gelangte das Wasser auf die heißen Gesteine und wurde wieder unter dem Brausen heftig kochenden Wassers schnell in Dampf verwandelt, der wieder zur Höhe emporsteigen mußte. Man wird wohl einsehen, daß dies ein Tosen und Strömen hervorbringen mußte, für welches jede Phantasie zu schwach ist, um es auch nur einigermaßen sich vorstellen zu können. Ganze Weltmeere im Niederstürzen begriffen, und wieder in Dampf verwandelt hinaufgeschleudert, und wieder in der Höhe zu Wasser umgeschaffen und wieder auf das Gestein herabstürzend, um wiederum zu kochen und wiederum hinaufgeschleudert zu werden. Man erwäge nur, daß diese Erscheinungen, das Verwandeln des Wassers in Dampf, und das Verwandeln des Dampfes in Wasser

schon bei unsern Dampfkesseln mit dem stürmendsten Tosen vor sich geht, daß diese Erscheinungen stets von Erscheinungen der Elektrizität begleitet sind, in denen Funken hervorsprühen. Man stelle sich vor, daß damals das Feuer im Innern der Erde nur noch in einer schwachen Decke eingeschlossen war, und daß die elektrischen Flammen in der weiten großen, fortwährend im Verwandeln begriffenen Dampfhülle die verwandten Flammen der Erde hervorlockten. Dabei ein ewiges Donnern und ein ewiges Niederstürzen der Gewässer, und unter unendlichen Blitzen und Flammenzucken aus dem Innern der Erde ein Zerreißen der Gesteinhülle, ein Erdbeben der Erde selber! — Und all' dies nicht nur durch Tage und Monate und Jahre, sondern wohl durch Jahrhunderte, vielleicht Jahrtausende hindurch, bis die Gesteinhülle dick und abgekühlt genug war, um Meere auf sich zu dulden und sie in großen Becken zu sammeln. — Man stelle sich, soweit die Phantasie reicht, nur solch ein Bild vor, und man wird sich einen schwachen Begriff davon machen können, welche Erschütterungen die Bildung des tropfbaren Wassers auf der Erde begleiten mußten.

VIII. Schiefer-Gesteine.

Hat aber die Erde Spuren dieses gewaltigen Prozesses zurückbehalten? Giebt es Merkmale, welche beweisen, daß diese Vorgänge wirklich stattgefunden haben?

Es sind solche Spuren und Merkmale vorhanden und sie liegen vor dem Auge der Forscher als große Schiefer-Gebirge da, aus denen er die Geschichte der Erde herausliest.

Wer jemals einen Tropfen auf einem heißen Stein herumwirbeln, sich aufblähen und plötzlich verdampfen sah, der wird auch zumeist bemerkt haben, daß der Tropfen einen kleinen Flecken hinterläßt auf dem heißen Gegenstande, und untersucht man diesen Flecken, so findet man, daß er aus den festen Theilchen besteht, die im Wasser enthalten waren, und die zurückgeblieben sind bei der Verdampfung des Wassers. Ein wenig Speichel auf einen heißen Bolzen giebt einen Niederschlag von verschiedenen Salzen und einzelnen organischen Stoffen, die dem Wasser des Speichels beigemischt waren. Und hieraus kann Jedermann die Thatsache lernen, daß Wasser beim Verdampfen, beim Auskochen alle festen Theile zurückläßt, die sich nicht in Dampf verwandeln. Unsere Hausfrauen werden diesen Niederschlag oft genug in ihren Theekesseln bemerkt haben, der von vielem verkochenden Wasser herrührt, und der sich fest an den Boden des Kessels ansetzt und im gewöhnlichen Leben: Kesselstein oder Wasserstein genannt wird.

Bedenkt man, daß in der Dampfhülle, die die Erde zur Zeit umgab, als sich die feste Kruste der Erde bildete, sich noch außerordentlich viele feste Theile befunden haben müssen, daß das Wasser beim Niederstürzen einzelne feste Theile von den Gesteinen mit sich riß und in Pulverform wieder mit sich hinaufnahm, wenn es als Dampf wieder hinaufgeschleudert wurde, so wird man es leicht einsehen, daß sich dann nach Jahren und Jahren des ewigen Kochens der gesammten Wassermasse auf der Erde, dieses ewigen Destillirens der Gewässer, ein fester Rückstand bilden mußte, in welchem sich Alles absetzte, was das Wasser an festen Theilen in sich hatte, und sich so eine ganz neue Kruste um die Erde bilden mußte, die nach und nach immer mächtiger wurde, und die durch spä-

tere vulkanische Ausbrüche, als eine neue Art von Gebirge sich zuweilen emporrichtete. So entstand durch die Wirkung des Feuers und des Wassers eine neue Schale um die Erde, die noch jetzt als eine neue jüngere Gebirgsart stellenweise sichtbar wird, und dieses ist der bekannte Schieferstein, der ganze Gebirge bildet.

IX. Gesteine, die unter dem Wasser sich gebildet haben.

Wie viele Jahrtausende die Schiefergesteine die oberste feste Decke der Erde bildeten, läßt sich nicht bestimmen. Es ist jedoch ohne allen Zweifel, daß die Kruste von Schiefer, die sich durch das unausgesetzte und fortwährend sich wiederholende Verdampfen des Wassers gebildet hat, sehr lange, lange Zeiten existirt haben muß, bevor sich neue Schichten und Gesteinkrusten bildeten. Man entdeckt nämlich in neuester Zeit im Schiefer bereits Spuren von Pflanzen und Thieren. Thiere und Pflanzen aber konnten erst nach und nach entstehen, als die Erkaltung der Erde bedeutend vorgeschritten und der Boden zur dauernden Erhaltung dieses Lebens vorbereitet war.

Die Bildung des Schiefergesteins ist die Grenze zwischen zwei verschiedenen ungeheuern Zeiträumen und steht in der Mitte zwischen zwei großen Verwandlungen der Erde. Vor der Entstehung des Schiefers wurden die harten Schalen der Erde nur gebildet durch das Erkalten und Erstarren feurig flüssiger geschmolzener Gestein-Arten. Nach der Bildung des Schiefers hörte das Feuer auf, eine solche Rolle auf der Oberfläche der Erde zu spielen wie bisher, und das Wasser, das sich in allen tiefen Stellen der harten Erdkruste sammelte, begann das große Werk der Umbildung der Erde und schaffte nunmehr aus den

verwitternden Gebirgen der Vorwelt neue Lagen und Schichten über den Tiefen der Erde, die sich nach und nach zu großen Massen ansammelten und gewaltige Steinmassen bildeten, die später als neue Gebirge auftraten.

Aehnlich wie noch gegenwärtig in den Tiefen der Meere sich alles ansammelt, was der Regen hinabspült in die Quellen, in die Bäche, die Ströme und Flüsse, die alle ihre Gewässer zum Meere tragen, ähnlich wie dieser Vorgang muß der damalige gewesen sein und aus ihm ging eine Masse von Gesteinen hervor, die man die Grauwacke nennt, in welcher man schon reichere Spuren von Thieren und Pflanzen findet, und über welcher man jetzt die Steinkohle trifft, die nichts ist als der versteinerte Ueberrest der vorweltlichen gewaltigen Pflanzenwelt.

Zwar wuchs diese Pflanzenwelt nicht unter der Oberfläche des Wassers; nur der Boden, in welchem diese Pflanzenwelt wurzelte, bildete sich auf dem Grunde der Gewässer aus. Aber dieser in den Tiefen des Abgrundes liegende Boden wurde durch immer noch reichlich herrschende vulkanische Ausbrüche, welche neue Berge und neue Thäler bildeten, emporgehoben und zu Flachland oder Gebirgen über dem Wasser umgestaltet, während andere Strecken, die bis dahin über das Wasser hinausragten, niedersanken und vom Wasser bedeckt wurden. So entstand streckenweise eine neue Erde mit neuem Boden, der Pflanzen trug und auf dem später eine Thierwelt sich zu bewegen anfing.

Es ist nichts interessanter und lehrreicher, als eine Beschreibung der Reste vorweltlicher Thiere und Pflanzen, die man jetzt zahlreich auffindet; und wir hoffen in späterer Zeit unsern Lesern einen Abriß dieser Entdeckungen vorführen zu können. Für jetzt jedoch haben wir es nur mit der Umgestaltung der Erde selber zu thun und wollen

dieser weiter folgen; denn selbst nach dieser Zeit, wo schon Pflanzen und Thiere auf der Erde zu leben begonnen hatten, sind noch gewaltige und zum Theil gewaltsame Umwälzungen vorgegangen und sie haben die Erde so wesentlich umgestaltet, daß wir von ihrem ehemaligen Leben keine Ahnung gehabt hätten, wenn nicht die Wissenschaft die Gebirge durchforscht hätte, die die Spuren der untergegangenen Welt an sich tragen.

Es ist ohne allen Zweifel, daß nach der Zeit, die man die Steinkohlen-Periode nennt und die sicherlich viele Jahrtausende umfaßt, eine gewaltige Erschütterung der Erdrinde stattgefunden hat, die wiederum neue Thäler und neue Berge bildete. In Folge dieser Erschütterung verließen die Gewässer ihr Bett und stürzten in die neuen Vertiefungen, die bisher trockener Erdboden waren. Die Pflanzen, die Thiere auf dem trockenen Boden wurden vom Wasser bedeckt und gingen darin unter. Die Thiere und Pflanzen, die bis dahin im Meere lebten, kamen an die Luft, wo sie nicht mehr zu leben vermochten. Aber hier wie dort blieben die Reste des Lebens übrig, und diese Reste sind so gewaltig, daß sie vor unsern Augen als ungeheuere Massen daliegen, die Felsen und Gebirge durch ganze Länder hindurch bilden.

Alle Kalkgebirge, Sandsteingebirge, Kreidegebirge, alle Gebirge, in denen sich Gyps und Steinsalz findet, haben sich ehedem unter der Oberfläche des Wassers gebildet. Sie sind außerordentlich reich an Muscheln und Schalen solcher Thiere, die nur unter dem Wasser leben konnten, wie denn Kalk- und Kreide-Lager überhaupt nur Ueberreste sind von unendlich kleinen Thieren, die ihre harten Schalen zurückließen, nachdem sie gestorben.

X. Unterschied der Gesteinarten.

Wir haben nur flüchtig über die Art und Weise gesprochen, wie sich, nachdem sich das Wasser auf der Erde gesammelt und weite Meere geschaffen hatte, ganze Gesteine unter der Oberfläche des Wassers zu bilden anfingen; wir können aber nicht umhin hier anzuführen, daß zwischen diesen Gesteinen, die unter dem Wasser, und denen, welche durch Erkalten geschmolzener Massen entstanden sind, ein sehr wesentlicher Unterschied auch schon äußerlich zu merken ist.

Alle Gesteine, die aus geschmolzenen Massen entstanden sind, haben ein mehr oder weniger kristallisches Ansehen und Gefüge und einen glasigen Anschein, wenn sie polirt werden. Die hingegen, welche unter dem Wasser entstanden, sind schichtenweise gelagert, haben oft einen blätterigen Bruch und ein körniges Gefüge und beweisen dadurch, daß sie nicht vor ihrer Entstehung ein durch Gluth flüssig gewordenes Gemisch waren, das nur durch Erkalten erstarrt ist, sondern daß sie sich regelmäßig Schicht auf Schicht gelagert oder Körnchen an Körnchen gesammelt haben, und erst durch die Zeit und den Druck der oberen Massen auf die unteren zu Gesteinen fest geworden sind.

Im Schiefer erkennt man das blätterartige Gefüge recht deutlich, obgleich er halb ein Feuer-, halb ein Wasgebilde ist. Könnte man bis in die Tiefe graben, in der der Schiefer ungestört seit seiner Bildung liegt, ohne von vulkanischer Kraft gehoben, gesenkt, zerbrochen, umgestülpt oder verschoben worden zu sein, so würde man die Lagen des Schiefers ganz eben finden, in welcher Schicht auf Schicht und Lage auf Lage, gleich den Blättern eines Buches über einander liegen. Aber der Schiefer ist lange nach seiner Bildung durch vulkanische Ausbrüche oft zer-

rissen und zu Gebirgen aufgethürmt worden, und bei solcher Gelegenheit sind die Lagen gebrochen, übereinander geschoben, aufgerichtet, umgestülpt und oft zertrümmert worden, so daß man nur sehr vereinzelt auf Schiefer stößt, der seine ursprüngliche Lage beibehalten hat.

Wie sehr sich der Sandstein von Granit unterscheidet, weiß wohl Jeder. Der Granit ist eine durch Feuer geschmolzene und durch Erkalten zu Stein verhärtete Masse; der Sandstein hat schon seinen Namen von dem Sande, aus welchem er besteht; er ist fein oder grobkörnig wie der Sand und verräth schon dem Auge die Geschichte seiner Entstehung, daß er nämlich durch Ansammlung einzelner Körner entstanden ist, die unter dem Wasser geschah, und daß er durch den Druck seiner eigenen Schwere, durch sein Jahrtausende langes Ruhen übereinander zu Stein verhärtet ist.

Darum trägt der Sandstein oft Spuren, daß er ehedem weich gewesen ist. Man findet in Sandsteinen die Reste von Thieren, wie z. B. Muscheln, in reicher Masse. Man hat auch im Quader-Sandstein die Fußtapfen großer Thiere entdeckt, die zum Theil in der Luft, zum Theil im Wasser gelebt haben. In den Steinen, die sich unter dem Wasser bildeten, findet man Gerippe von ungeheuern Schildkröten und Eidechsen, die Ueberreste von Fröschen und Krebsen, und dies ist offenbar ein Beweis, daß diese Steine dereinst weich waren, daß Thiere sich auf ihrer Oberfläche bewegten und Spuren und nach dem Tode ihre Gerippe zurückließen, daß dann nach und nach neue Schichten sich über ihnen lagerten, die später gleichfalls zu Stein wurden und so sich als im Stein eingeschlossene Thierreste vorfinden.

Auch vom Sandstein findet man Lager, die durch Vulkane hoch über die ehemalige Wassergrenze hinaus-

gehoben worden sind; aber wie die Wassergebilde überhaupt sind dabei die Steine meist schichtenweise gebrochen; daher findet man Sandsteingebirge, die wie gemeißelte Quadern und Säulen übereinander liegen und eine Regelmäßigkeit im Bau verrathen, als ob sie von riesiger Künstler-Hand angefertigt worden wären. Die sächsische Schweiz verdankt ihre wunderbare fast künstlerische Schönheit jener Regelmäßigkeit, in welcher ihre Quadersandsteine sich gelagert vorfinden.

Wie viele Jahrtausende aber vergingen wohl, bevor sich Körnchen auf Körnchen häufte? bevor sie durch die Pressung an einander wuchsen? bevor sie von Vulkanen über das Wasser erhoben wurden? Wie viele Jahrtausende schon stehen diese Felsen hoch in die Luft hineinragend? Wie viele Jahrtausende wird es dauern, bevor Wind und Regen wieder körnchenweise dieses Gebirge abgetragen? — Wie viel Menschengeschlechter entstehen und wie viele vergehen, bevor ein solch' Gebirge entsteht, bevor ein solch' Gebirge vergeht?

XI. Unterschied in Bezug auf das Vorkommen der Gesteine.

Auch in Bezug auf das Vorkommen der Gesteine ist ein Unterschied zwischen den vom Feuer flüssig gewordenen und dann durch Erkalten zu Stein verhärteten Massen und den vom Wasser gebildeten Gesteinen.

Die Gesteine, die durch das Erkalten der feurigflüssigen Maße entstanden sind, sind ohne Zweifel allenthalben tief unter dem Erdboden vorhanden. Sie sind zuweilen durch innere vulkanische Kräfte emporgeschleudert worden, um Gebirgs-Felsen zu bilden; aber man hat sich

eigentlich vorzustellen, daß diese Gesteine die Erde umschließen wie eine allenthalben schließende Schale einen Kern, und darf die Gebirge, die sich von ihnen finden, als eine Ausnahme betrachten, die durch einen Durchbruch dieser Schalen und ein Emporschleudern einzelner Stücke derselben entstanden sind.

Anders ist es mit den Gesteinen, die erst durch das Wasser gebildet worden sind.

Schon den Schiefer darf man sich nicht als eine wirkliche vollkommen schließende Schale rings um die Kugel der Erde denken. Er bildete sich zur Zeit, als bereits Gebirge und Thäler von den ältern Gesteinen, die man Feuer-Gebilde nennt, vorhanden waren. Er entstand ähnlich wie unser Kesselstein durch das Verdampfen des kochenden Wassers, also kann er nur dort sich gebildet haben, wo das Wasser hinstürzte, als es in tropfbarer Gestalt aus dem Luftkreis auf die heiße Erde niederfloß. Er bildete sich in den Thälern und Schluchten der ältesten Gebirge, während er auf den damaligen Höhen nicht entstehen konnte. In den damaligen Thälern muß er in großer Mächtigkeit abgelagert worden sein, weil diese Thäler ohne Zweifel heißer waren als die höher gelegenen Schichten der Gesteine, und also das Wasser dort einer gewaltigeren Verdampfung ausgesetzt gewesen sein muß. — Man hat sich daher den Schiefer nicht als allgemein schließende Gesteinschale um die Erde zu denken, sondern als eine Schale, die ursprünglich schon durch ältere Gebirge durchbrochen war, und die sich nur in den Thälern lagerte und in tiefern Thälern am stärksten vorhanden war.

Wäre nun keine weitere vulkanische Thätigkeit der Erde vorhanden, so würde der Schiefer vergraben liegen theils unter Gewässern, theils unter neuen Gesteinen, die sich später über ihm gebildet haben. Daß er jetzt aber

zu Gebirgen aufgerichtet ist, das ist der Beweis, daß die vulkanische Thätigkeit der Erde nicht ruhete, sondern die Gestalt der Erde wesentlich veränderte, und aus den Bergen Thäler und aus den Thälern Berge machte, die Trockniß zum Meere und den Meeresgrund zur Trockniß umwandelte.

Ganz ähnlich verhält es sich mit allen spätern Gebilden von Gesteinen, die wir bereits flüchtig erwähnt haben. Sie entstanden nicht als allenthalben schließende Schale um die Erde, sondern als eine vereinzelte durch Gebirge und Hochebene getrennte Decke der Erde, und ihr Entstehungsort war dereinst die Fläche und Tiefe des Thales, so daß sie, wo sie in die Höhe emporragen, nur durch die innere vulkanische Thätigkeit der Erde zu Gebirgen erhoben worden sind.

Indem wir nunmehr zu einer spätern Zeit der Geschichte der Erde übergehen wollen, in welcher das Leben der Erde und das Leben auf der Oberfläche der Erde eine neue Gestaltung annahm, wollen wir hier nur noch der Kalk- und Kreide-Gebirge erwähnen, die in der wunderbarsten und fast unglaublichsten Weise entstanden sind.

Große Gebirge, die jetzt ganze Länder durchziehen, sind meist unter der Oberfläche des Wassers entstanden; aber die Baumeister dieser Gebirge waren kleine dem freien Auge unsichtbare Thiere, die in kalkartigen Schalen lebten und nach ihrem Tode die Kalkschalen zurückließen, die jetzt zu Gebirgen aufgethürmt daliegen.

Erst in der neuesten Zeit gelang es, die wundervollsten Entdeckungen dieser Art zu machen. Große Strecken Landes, die wir als festen Erdboden betrachten, bestehen, wie man jetzt weiß, aus Lagern von kleinen Thierchen, von Infusorien, die zum Theil leben, zum Theil aus den harten Theilen ihrer Leiber das bilden, was wir

als Erde ansehen. In Berlin steht der größte Theil der Häuser der Louisenstadt auf einem solchen durch diese kleinen Thiere gebildeten Boden. Sie sind so klein, daß Millionen davon in einem Wassertropfen leben. Sie sterben und hinterlassen die harten Theile ihrer Leiber oder ihre Schalen und Muscheln als starren Rest zurück, der festen Grund und Boden bildet, und auf dem der Mensch umherwandelt im Wahn, auf starrem, nie belebt gewesenen Erdreich umher zu gehen.

Wir werden bei einer andern Gelegenheit von den gewaltigen Massen erzählen, die von kleinen dem bloßen Auge unsichtbaren Thieren noch jetzt immerfort in der Tiefe der Meere gebildet werden; für jetzt wollen wir nur sagen, daß ganze Kalk- und Kreidegebirge solche Ueberreste von meist unter dem Wasser lebenden kleinen Geschöpfen sind, und wir es ihnen zu danken haben, wenn diese wichtigen Materialien uns nicht fehlen.

XII. Eine Weltzerstörung.

Was wir bisher vom Erdleben berichtet haben, trägt den Charakter einer fortschreitenden Umbildung und einer langsam durch sicherlich viele Millionen von Jahren vor sich gehenden Geschichte des Bodens der Erde. Zwar haben während dieser Zeit gewaltsame Ausbrüche aus dem Innern der Erde stattgefunden; aber diese Ausbrüche selber gehören in die Schöpferkraft, die bei der Bildung der Erdoberfläche thätig war. Sie trugen nicht den Charakter einer zerstörenden, sondern einer schaffenden Kraft an sich. — Wir kommen jedoch jetzt zu einem Abschnitt der Geschichte der Erdbildung, wo man nicht umhin kann,

eine einmal stattgefundene gewaltsame zerstörende Erschütterung der Erde anzunehmen, durch welche ein eben so großes und bedeutsames Pflanzenreich wie Thierreich einen plötzlichen Untergang gefunden haben muß.

Man findet große Strecken, die sich unter ganzen Ländern hinziehen, wo eine üppige Pflanzenwelt plötzlich mitten in ihrem Wachsthum verschüttet worden ist. Wo man die Spuren ihrer Lagerung verfolgen konnte, hat es sich immer noch ergeben, daß sie streckenweise nach einer Richtung hingeschleudert worden sind, ähnlich wie wenn ein Sturmwind oder eine Fluth einen Wald umreißt und alle Stämme der Bäume nach einer Seite hin umstürzt. Hierzu entdeckte man Höhlen, in denen ganze große Lager von Thierknochen sich auffinden, und zwar nicht einzelne Knochen von Thieren, die möglicher Weise nach und nach an einzelne Stellen zusammengespült worden sind von Gewässern, sondern es finden sich ganze Gerippe von Thieren, die es unzweifelhaft machen, daß sie von den Fluthen lebend ergriffen, vernichtet fortgeführt und an einzelnen Stellen haufenweise abgelagert worden sind. Man findet ferner, daß um dieselbe Zeit, das heißt nachdem die Sandstein-, Kalk- und Kreide-Gebirge sich bereits gebildet hatten, außerordentlich große Länderstrecken durch irgend ein Ereigniß plötzlich aufgeschwemmt wurden, so daß sich oft über dem Sandstein, dem Kalk oder der Kreide, die einst die Oberfläche gebildet haben, Lagen von aufgeschwemmter Erde finden von fast 200 Fuß Dicke. Endlich zeigen sich Spuren, daß um eben dieselbe Zeit große gewaltige Felsen von Fluthen fortgetragen wurden, und zwar mit einer Gewalt fortgetragen, daß sie Risse durch andere Gesteine verursachten, die den Weg bezeichnen, den sie genommen haben, und diese Felsblöcke sind an Stellen des Flachlands abgelagert worden, wo kein

Gebirge in der Nähe ist, von dem sie herstammen könnten, und die deshalb später dem abergläubischen Menschengeschlecht Veranlassung gaben zu vielen Märchen und Sagen, die das überraschende Vorkommen solcher Felsblöcke erklären sollten.

Bemerkt man nun hierzu, daß jene Pflanzen- und Thiergattungen, deren Spuren und Reste man eifrig studirt hat, jetzt nicht mehr existiren oder mindestens nicht mehr in solcher Größe vorkommen, so wird man auf den Gedanken geführt, daß wirklich eine zerstörende Wasserfluth die bereits belebte Erdoberfläche plötzlich vernichtet haben muß, daß also wirklich einmal eine belebte Welt ihren Untergang gefunden hat und das jetzige Leben auf der Erdoberfläche nicht eine Fortsetzung und Entwicklung, sondern eine neue Schöpfung ist.

Unsern Begriffen von Entwicklung und langsam vor sich gehender Bildung alles Lebens und Daseins entspricht solch' eine plötzliche Zerstörung einer bereits lebenden Welt freilich nicht; allein wir haben kein Recht, deshalb Thatsachen zu leugnen, weil sie nicht gut in das System passen, das wir aussinnen.

Man nimmt daher mit Recht allgemein an, daß ein solch' plötzlicher Umsturz einer bereits belebten Erdoberfläche stattgefunden hat, und weiß für den Menschen keine bessere Beruhigung als die Thatsache, daß diese Weltzerstörung lange vor dem Dasein des Menschengeschlechts sich ereignete, indem sich noch nirgend Reste menschlicher Gebeine oder menschlicher Thätigkeit unter den Thierresten der damaligen Zeit haben auffinden lassen, wie eifrig man auch hiernach gesucht hat.

XIII. War diese weltzerstörende Erderschütterung nothwendig?

Man forscht vergeblich nach den Gründen, weshalb wohl eine bereits fertige Pflanzen- und Thierwelt einen so plötzlichen Untergang gefunden haben mag, wie der durch die gewaltsamen Wasserfluthen, die eine ganze Schöpfung vernichtet haben. Die Antwort, die man gewöhnlich hierauf hört, daß die damalige Thier- und Pflanzenwelt eine unvollkommene gewesen, und daß ihr Untergang einer vollendeten Natur Platz machen mußte, ist eine thörichte, weil sie eine unnatürliche ist.

Wohl ist es wahr, daß die untergegangene Pflanzen- und Thierwelt nur von der Gattung war, die man die niedere nennt. An der Stelle der Bäume waren damals Gras und Farrenkräuter von baumgroßer Stärke vorhanden, und auch in der Thierwelt hat die niedrigere Thiergattung vorgeherrscht und hat eine Größe erreicht, die jetzt an solchen Thieren nicht mehr gefunden wird. Ungeheure Schildkröten und Eidechsen so groß wie unsere Schweine, Faulthiere so groß wie unsere Elephanten, Krebse von der Größe unserer großen Fische haben damals existirt und mögen wohl Geschöpfen höherer Gattung den Platz streitig gemacht haben. Daß sie aber deshalb geschaffen und wieder gewaltsam vernichtet werden mußten, um andern den Platz zu gönnen, wird eben dadurch nicht erklärt, und wenn wir sehen, daß ohne solche gewaltsame Zerstörung einer fertigen Welt auch in unsern Zeiten Thiergattungen aussterben, daß das Nilpferd zur Seltenheit geworden, daß Bären und Wölfe in unsern Gegenden im Untergehen begriffen sind, daß durch den Kunstfleiß der Menschen die Pflanzenwelt nach und nach verändert worden ist, und die edleren Pflanzen an die Stelle der wil-

den getreten sind, so ist um so weniger Grund anzunehmen, daß deshalb die Natur eine fertige Welt dem plötzlichen Untergang hätte Preis geben müssen, um für eine edlere Raum zu gewinnen, und sie nicht lieber den Gang allmähliger Entwicklung inne gehalten hat, den man mit Recht den natürlichen nennt.

Richtiger dürfte daher die Annahme sein, daß das uns noch sehr unbekannte innere Leben der Erde solch' eine Erschütterung nothwendig machte, und daß die Zerstörung, die hierbei auf der Oberfläche der Erde vor sich ging, von untergeordneter Bedeutung gegen jenen Fortschritt der Entwicklung des Erdinnern sein mochte. Weil wir auf dieser Oberfläche der Erde wohnen, sind wir leicht geneigt, Alles, was auf dieser vorgeht, als die Hauptsache der Erdthätigkeit anzunehmen, und Alles, was im Innern der Erde vor sich geht, ganz außer Acht zu lassen, sobald wir daraus keine Veränderung der Oberfläche wahrnehmen können. Diese Art der Auffassung ist schwerlich richtiger, als die eines Würmchens, das auf der Schale eines Apfels lebt und sich einbildet, daß der ganze Apfel und Alles, was in ihm vorgeht, nur existire um der Schale willen, die sein Wohnsitz ist.

Wir wollen es daher lieber offen gestehen, daß wir die wahren Gründe für jene gewaltsame Erschütterung und Vernichtung alles Daseins auf der Erdoberfläche nicht kennen und nur vermuthen, daß dieses zur Entwicklung des Erdlebens selber nothwendig gewesen sein muß, und bitten unsere Leser, sich mit diesem Bekenntniß so lange zu begnügen, bis man auf naturwissenschaftlichem sichern Wege zu besserer Einsicht gelangt sein wird.

Können wir aber auf die Frage, warum diese Zerstörung vor sich ging? nur mit Achselzucken antworten,

so wissen wir doch auf die Frage: **wie ging diese Zerstörung vor sich?** schon etwas nähere Auskunft zu geben.

Es sprechen die meisten Forschungen der neuesten Zeit dafür, daß durch innere Erschütterung bedeutende Länderstrecken und Gebirge, die sich dort befanden, wo jetzt die heiße Zone der Erde ist, zusammenstürzten und in die hieraus entstandenen Vertiefungen das Wasser von den Polen der Erde her mit zerstörender Gewalt hineinströmte.

Hierauf deuten die meisten Spuren hin, welche die großen Felsgebirge von jener Wasserfluth an sich tragen. Wo große Felswände verschoben und zerbrochen sind, geht der Bruch zum größern Theil in der Richtung von den Polen nach dem Aequator der Erde, und als Zeugen, daß dem so war, befinden sich auf den Ebenen des mit den Fluthen aufgeschwemmten Landes große frei daliegende Felsblöcke, die offenbar dem Norden angehören, und die nur dadurch in unsere Gegenden herüber gekommen sein können über das viele Meilen weite Meer, daß die Felsblöcke in ungeheuern Eisschollen eingefroren lagen, welche dieselben auf den Gewässern bis weit ins Flachland hineintrugen, wo das Eis schmolz und die Felsen abgelagert worden sind.

XIV. Rückblick auf die vorweltlichen Umwälzungen der Erde.

Wir sind in unserm Thema nunmehr so weit gekommen, daß wir die Umwälzungen der vorweltlichen Zustände der Erde verlassen und wieder zur Umbildung der Erde, die noch jetzt stattfindet, gehen können. Wir wollen uns nur noch der Uebersicht halber einen Rückblick erlauben, indem wir hoffen, daß dadurch unsern Lesern eine Gesammtübersicht erleichtert werden wird.

Die Geschichte der Bildung der Erdoberfläche ist eigentlich nur ein kleiner Theil der Geschichte des Erdlebens; allein es ist selbst dieser kleine Theil noch nicht mit voller Sicherheit erforscht. Vom Innern der Erde wissen wir nur, daß daselbst ein hoher Grad von Hitze herrscht, daß aller Wahrscheinlichkeit nach alle Stoffe im Innern der Erde in geschmolzenem Zustande existiren. Ferner weiß man, was wir bereits einmal dem Publikum dargestellt haben*), wie viel die ganze Erdkugel wiegt, und dadurch hat man auch einen Einblick in die Dichtigkeit und in die ungefähre Massenvertheilung im Innern der Erde. Endlich sehen wir die Erde noch immer thätig, und zwar hebt eine innere Kraft noch immer Theile der Oberfläche in die Höhe und senkt andere zur Tiefe, und zugleich strömt fortdauernd durch heiße Quellen und Vulkane eine Portion von Wärme aus dem Innern der Erde nach der Oberfläche. Da aber Beweise vorhanden sind, daß die Erde im Innern trotzdem in den letzten zweitausend Jahren nicht kälter geworden ist, so darf man schließen, daß durch chemische Thätigkeit im Innern der Erde gerade so viel Wärme neu erzeugt wird, als sie nach der Oberfläche sendet, und so eine Art Gleichgewicht stattfindet, welches der Erde einen feststehenden Grad von Wärme verleiht.

Dies Wenige ist leider Alles, was man über das Innere der Erde mit einiger Sicherheit anzugeben weiß. Das, was man von der Bildung der Oberfläche der Erde anzunehmen berechtigt ist, besteht darin, daß zuerst eine harte Gesteinschale durch Erkalten der ehemals flüssigen Gesteine sich gebildet hat. Die innere Thätigkeit der

*) Aus dem Reiche der Naturwissenschaft. Heft I. Berlin bei F. Duncker, 1853. S. 6 ff.

Erde aber hat diese harte Schale an vielen Stellen durchbrochen, und hat die Gesteine stellenweise hoch emporgerichtet und so die hohen Gebirge gebildet, die die ältesten der Erde sind, und weche man mit Recht „Feuerbildungen" nennt.

Erst nachdem die Gesteinschale bis auf 80 Grad abgekühlt war, konnte sich das Wasser, das ehemals nur in der Luft schwebte, auf der Erde sammeln, und bei dieser Bildung des Wassers setzte sich eine neue Gesteinart ab, welche zur Schiefergattung gehört. Später lagerte das Wasser alle festen Theilchen, die in ihm enthalten waren und die es abspülte von den Bergen, nach und nach ab, und es bildeten sich so Gesteinarten, die man „Wassergebilde" nennt, und zu welchen auch solche gezählt werden, die nicht vom Wasser selber mechanisch abgelagert, sondern von Thierchen, die im Wasser lebten, aufgespeichert wurden.

Während dieser, gewiß viele Millionen Jahre betragenden Zeit bildeten sich Pflanzen und Thiere aus, sowohl im Wasser wie auf dem Festlande der Erde. Allein nunmehr trat eine Umfluthung ein, welche den Gesammtzustand veränderte, die Trockniß unter Wasser setzte, den Meeresboden erhob und sogar Gebirgsfelsen von den Polen der Erde weit über's Meer nach dem Flachland führte, und mit dieser Zerstörung einer bereits vorhandenen Welt schließt ein Zustand ab, den man den vorweltlichen nennt, indem nachher ein neuer Zustand sich herangebildet hat, der noch gegenwärtig fortdauert und den wir jetzt betrachten wollen, soweit er noch fortwährend vom Erdleben Zeugniß giebt, und soweit von ihm die langsam vor sich gehende Umbildung der Erdoberfläche und Erdgestalt abhängt.

Wir haben unsere Betrachtung des Erdlebens begonnen mit dem langsamen Verwittern und Zerfallen der

Gebirge und dem Hinabrollen kleiner aufgelöster oder fortgespülter Theile hinab in den Meeresgrund. Wir haben gezeigt, welch' ein Kampf zwischen dem Meere und den Bergen besteht, und auf das Gleichgewicht hingewiesen, das zwischen der Alles gleichmachenden Wirkung des Wassers auf der Oberfläche der Erde und der stets Erhebungen und Senkungen veranlassenden Kraft des Feuers im Innern der Erde stattfindet. Wir wollen nunmehr etwas näher hierauf eingehen und zu schildern versuchen, wie und auf welche Weise ganze Länder jetzt auf einem Boden stehen, der nichts weiter ist, als solch' ausgespültes und angeschwommenes Land, das die Ströme des Regens, die Wellen der Ströme, das Anspülen des Meeres zusammengetragen hat und noch immerfort zusammenträgt und noch immer hier einen Boden dem Festland entreißt und dort neuen Boden dem Festland hinzufügt.

XV. Die gegenwärtige Umbildung der Erde.

Alle Bäche, alle Flüsse, alle Ströme der Erde sind in fortwährendem Laufe begriffen und doch werden sie nicht wasserleer; alle Gewässer ziehen in das Meer und doch wird dieses nicht überfüllt. Es rührt dies daher, daß das Wasser die Eigenschaft hat, zu verdunsten und sich mit der Luft zu vermischen, und daß die stets in Bewegung befindliche Luft den Wasserdunst über den trockenen Boden der Erde hinführt, und ihn als Nebel, als Wolke, als Regen oder Schnee oder Hagel wieder zurück auf die Erde fallen läßt.

Da die Ströme nur das Wasser zum Meere tragen, was ihnen von den Bergen und allen höher gelegenen Orten zufließt, und da die Berge wiederum diese Wasser-

massen nur aus der Luft empfangen, welche sie wiederum aus dem Meere entnimmt, so ist es eine unbezweifelte Thatsache, daß nur so viel Wasser nach dem Meere strömt, als früher verdunstet war, daß also die Verdunstung und die Wasserbildung sich immer das Gleichgewicht halten, und daß sich so ein Kreislauf herstellt, in welchem das Wasser aller Ströme dem Meere zueilt, und zwar sichtbar vor Aller Augen; in welchem aber, unsichtbar für das Auge, hoch über uns in der Luft, ein Zurückströmen des Wassers stattfindet.

Wir werden später noch sehen, wie Alles, was auf der Erde lebt, nur erhalten wird durch diesen Kreislauf des Wassers, wie dieser Kreislauf des Wassers nur erhalten wird durch die Kreisströmungen der Luft; wie diese Luftströmungen nur bestehen durch den täglichen Umlauf der Erde um ihre Axe, und die Alles belebende Kraft der Wärme erzeugenden Sonne; wir werden es später einmal in Betracht ziehen, wie Alles in der Natur in einem innigen Zusammenhange steht und jede einzelne Erscheinung nur ein vereinzelt Glied aus einer großen Kette ist. — Für heute wollen wir nur darthun, wie die Verwandlung der Oberfläche der Erde, welche von den ewig strömenden Gewässern herrührt, mit in diesen großen Kreis hineingehört und sicherlich so nothwendig zum Gesammtdasein ist, wie nur irgend eine andere großartige Erscheinung der Natur.

Das von allen Höhen zum Meere strömende Wasser löst und reißt kleine Theile von den höher gelegenen Theilen seines oft sehr langen Weges ab und senkt sie nieder in die Tiefen, über die der Weg dahin führt. Hierdurch entsteht eine Ausgleichung, ein Ebnen des Strombettes, das fort und fort weiter vorschreitet, so daß sich nach und nach alle Unebenheiten auf dem Boden der Ströme

verlieren müssen. So lange der Strom in seinem Laufe ist, läßt er zwar die mitgerissenen kleinen Theile fester Erde, wie Sandkörner, Lehm, Thon, Mergel und Steingerölle langsam auf dem Boden des Strombettes niedersinken; aber die nachfolgenden Wasser spülen alle diese Massen immer weiter hinunter; nur dort, wo sich dem Strom ein Hinderniß in den Weg stellt, wo er also genöthigt ist, langsamer dahin zu ziehen, da findet eine größere Ablagerung der mitgerissenen festen Theile statt. Wo aber der Strom ins Meer hineintritt, da trifft er auf solch' ein Hinderniß seines Laufes; denn die Wasser des Meeres, die an den Mündungen der Flüsse nicht strömen, stellen sich ihrem Laufe entgegen. Der Strom wird, wenn er in's Meer gelangt ist, zum Stehen gebracht, und deshalb läßt er nach seinem Eintritt in das Meer alle seine festen Theile fallen und bildet sich so selber ein Hinderniß seines Weges.

Dieses Hinderniß, das sich immerfort vergrößert, wächst bald zu einem kleinen Berge unter dem Wasser an, und der Strom ist genöthigt, sich zu theilen und zu beiden Seiten des Berges seine Wasser mit dem des Meeres zu mischen. Mit der Zeit aber nimmt das Hinderniß immer mehr zu; es sammeln sich immer mehr und mehr feste Theilchen und lagern sich an dem Berge ab, bis endlich der Berg heranwächst und so hoch wird, daß er bis an die Oberfläche des Wassers hervorragt. — Schwillt nun der Strom zuweilen an und erhebt sich über diesen Berg, so lagert er, während er darüber hinfließt, noch mehr Theilchen auf demselben ab, der Berg wächst also durch den angeschwollenen Strom noch mehr, und wenn nach einiger Zeit der Strom fällt, so ragt an seiner Mündung der Berg über die Fläche des Wassers hinaus und es ist Land entstanden, aus all' den kleinen Theil-

chen, die das Wasser mit sich führte; und der Strom ist meist genöthigt, in zwei Armen um dies neue Land herum ins Meer zu fließen.

Dieses neu entstandene Land wächst nun langsam immer mehr und mehr, und wird unter günstigen Umständen zu einer weiten Ebene, wo Pflanzen und Waldungen entstehen und Dörfer und Städte errichtet werden können. Je mehr aber das Land wächst, desto mehr muß sich der Strom theilen, und je mehr dies geschieht, desto weiter wächst das Land stromaufwärts zwischen die Arme des Stromes hinein.

Das ist die Art, wie ein neues Land an den Strommündungen entsteht.

XVI. Die Delta- und Dünenbildung.

Man nennt die oben bezeichnete Art, wie durch einen Strom sich neues Land bildet, wo derselbe in das Meer fließt, die Delta-Bildung, weil das Gebiet meist die Form des grichischen Buchstaben Delta hat. Die berühmteste Delta-Bildung ist die des Nil-Thales in Aegypten. Ja ganz Unter-Aegypten ist in der bezeichneten Weise entstanden, und die Betrachtung dieses Landes und seines Stromes ist darum so lehrreich geworden, weil man mit Sicherheit die Veränderungen kennt, welchen das Land seit dem Alterthum unterworfen ist, und mit ziemlicher Genauigkeit angeben kann, wie dieses Land sich noch fernerhin verändern wird.

Obwohl nun kein anderer Fluß der alten Welt solche große Massen fester Theile alljährlich mit sich führt und ablagert als der Nil, so haben sie doch alle insofern mit demselben Aehnlichkeit, als sie in gleicher Weise Land

bilden, wenn sie auch hierzu bedeutend längere Zeit brauchen. Nicht immer indessen nimmt das neugebildete Land die Form des Delta an, öfter begünstigen die örtlichen Verhältnisse die Bildung von Dünen und diese wachsen dann zu großen Strecken heran, die nach und nach Länder bilden und das Meer zurückdrängen von dem Gebiet, wo es ehedem geherrscht hat.

Das ganze Flachland Norddeutschlands ist in ähnlicher Weise entstanden; und noch immer wirken dieselben Kräfte und bilden noch immer neues Land. Die Oder und die Weichsel haben ähnlich dem Nil Delta's gebildet. Beide Flüsse schwellen von Zeit zu Zeit an und treten aus ihrem Bette, die Umgegend überschwemmend, auf welcher sie stets feste Massen zurücklassen. Namentlich führt die Weichsel eine so große Masse von erdigen Theilen mit sich und lagert diese in der Nähe ihrer Mündung so stark ab, daß der Fluß dem Versanden nahe ist. Die Mündungen der Donau, die jetzt politisch von so großer Bedeutung sind, haben in den wenig Jahren, seitdem Rußland die Verpflichtung übernommen, sie offen zu halten, so sehr an Versandung und Verschlammung gelitten, daß man Grund hat zu vermuthen, daß Rußland mit Vorsatz die Donau dem Untergange preis giebt, um diesen Weg zum Meere völlig zu verschließen. Währt dieser Zustand fort, so wird dies zuverlässig der Fall sein, indem immer neu sich ansetzendes Land den Strom verflacht und endlich unfahrbar macht. In gleicher Weise geschah dies von allen Strömen, die sich ins Meer ergießen; allenthalben haben sie neues Land angebaut und dadurch ihren eigenen Eintritt ins Meer verändert; und weil dies seit ungeheurer Zeit der Fall war, sind hierdurch Veränderungen der Erdoberfläche entstanden, durch welche an den Küsten das Land wuchs und das Meer weit zurücktrat.

Aber auch das Meer ist unausgesetzt thätig, einerseits Land abzureißen und andrerseits Land anzuschwemmen. Die Ufer des Meeres sind in fortwährender Veränderung begriffen und verändern langsam die Grenzen des festen Bodens und der Wasserfläche. Die Fluth trägt oft einem Stück Land bedeutende Massen erdiger Theile zu und läßt sie auf demselben zurück, während sie auf andern Orten viel erdige Theile abspült und beim Abfluß während der Ebbe mit sich fortführt. Die Wellen, die an das Ufer des Landes anprallen und Brandungen genannt werden, höhlen oft streckenweise Felsen, namentlich Sandsteinfelsen aus und untergraben das Festland, daß es dereinst zusammen und ins Meer stürzen muß. Stellenweise ist dies an den Küsten Englands der Fall, Ostfriesland und Holland sind hierdurch einer fortwährend langsam vor sich gehenden Veränderung ihrer Küsten ausgesetzt, und die Insel Helgoland ist so offenbar dem Angriff der Brandungen ausgesetzt, daß man den vollständigen Untergang derselben mit Sicherheit voraussagen kann.

Es leben an den meisten Meeres-Ufern Deutschlands Sagen im Munde des Volkes von Städten und Ländern, die dereinst dort gestanden haben, wo jetzt das Meer herrscht. Zu diesen Sagen hat sicherlich die Beobachtung Veranlassung gegeben, daß das Meer stellenweise das Ufer zerstört und das Land bedeckt. Sicherer aber als durch diese Sagen ist es festgestellt durch die Wissenschaft, daß dort, wo jetzt Flachland Norddeutschlands ist, dereinst das Meer geherrscht hat, und daß all dies Land langsam angespült oder angeschwemmt worden ist.

Nennt man daher die Veränderung der Oberfläche der Erde, welche wir als die Wirkung der plötzlichen Wasserfluthen bezeichnet haben, die Aufschwemmung eines Landes, so wird die noch jetzt existirende und stets

vor sich gehende Veränderung der Erdoberfläche durch den Lauf der Flüsse, die Bewegungen des Meeres und die Strömungen und Wendungen seiner Gewässer mit dem Namen die Anschwemmung neuen Landes bezeichnet.

Und in diese Zeit, die Zeit der Anschwemmungen, fällt die Geschichte der Entstehung des Menschengeschlechts, denn nur in den Tiefen angeschwemmter Länder entdeckt man Spuren menschlicher Körper und Reste menschlicher Thätigkeit.

XVII. Wie alt ist der gegenwärtige Zustand der Erde?

Nachdem wir so die Veränderungen der Erdoberfläche in flüchtigem Umriß dargelegt haben, wollen wir für jetzt eine Frage beantworten, die sicherlich schon vielen unserer Leser nahe getreten ist. Es ist die Frage über das Alter der Erde oder mindestens über die Zeitdauer der einzelnen Zustände, die wir hier angeführt haben.

Die Antwort auf diese Frage ist durchweg sehr unbestimmt, gleichwohl wollen wir den kleinsten Theil der Frage so weit zu beantworten suchen, als Männer der strengsten Forschung sich Antworten hierauf erlaubt haben.

Es ist eine Thatsache, von der sich Jeder selbst überzeugen kann, daß all die Unterschiede, die wir zwischen festen, flüssigen und luftförmigen Körpern machen, nur wirklich existiren bei einem bestimmten Grad der Wärme, daß aber, sobald die Wärme sich ändert, auch der Zustand der Körper ganz anders wird.

Diejenigen Menschen, die in heißen Ländern geboren sind, wo es niemals friert, die können sich keine Vorstellung davon machen, daß aus Wasser ein fester Körper werden kann; wir dagegen wissen aus Erfahrung, daß

wenn man dem Wasser Wärme entzieht, es zu Eis wird, also zu einem harten Körper, der alle Eigenschaften fester Körper an sich und alle Eigenschaften flüssiger Körper verloren hat. Denken wir uns wieder Wesen, die nur in solchen Gegenden leben, wo es Jahr aus Jahr ein friert, so werden sie, wenn sie noch keine andere Erfahrung gemacht haben, es nicht begreifen, daß Eis, dieser starre feste Körper, jemals flüssig sein kann. Wasser ist also unter dem Gefrierpunkt ein fester Körper, über dem Gefrierpunkt ein flüssiger Körper. Erhitzt man aber gar Wasser bis zu 80 Grad, so wird daraus ein luftförmiger Körper, ein Gas, welches, so lange es in dem heißen Zustande verbleibt, alle Eigenschaften der gasförmigen Körper besitzt.

Man hat es aber durch die Erfahrung erlernt, daß es mit allen Körpern so geht wie mit dem Wasser. Man kann Metalle so lange erhitzen, bis sie flüssig werden, und sie bei weiterer Erhitzung sogar in Dampf verwandeln. Es unterliegt ebenso gar keinem Zweifel, daß man Gase durch Kälte oder Zusammenpressen tropfbar flüssig machen und diese Flüssigkeit in noch höherer Kälte zum Gefrieren, das heißt zum Fest- und Hartwerden, bringen kann.

Wer dies einsieht, der wird sich leicht die Vorstellung machen können, daß alles Festwerden auf der Erde nur von dem wachsenden Grade der Kälte herrührt, die im Weltraume herrscht. Gelangte die Erde einmal in einen Weltraum, der einen sehr hohen Grad von Wärme besitzt, oder würde die innere Wärme der Erde durch irgend einen Umstand sich in hohem Maße steigern, so würden alle festen Körper flüssig, alle flüssigen Körper luftförmig werden; ja, die ganze Erde würde sich in Gas verwandeln

und sich dabei ausdehnen und einen viel tausendmal größern Raum einnehmend durch den Weltraum wandeln.

Alle Naturforscher hegen die Vermuthung, daß wirklich die Erde dereinst solch ein ungeheuerer luftförmiger Körper gewesen sei, daß sie erst nach und nach durch Erkalten im Weltraum zu einem feurigen flüssigen Körper von geringerem Umfange geworden sei, und daß dann erst die Zeit eintrat, wo durch weitere Abkühlung die obere Rinde erstarrte und eine feste Hülle über dem noch flüssigen Kern sich bildete, wie wir dies bereits angeführt haben.

Fragt man nun nach dem Alter der Erde, so hat man auch nicht den geringsten Maßstab dafür, wie lange Zeit sie wohl im gasförmigen Zustande existirt haben mag. Eben so wenig weiß man etwas anzugeben, wie lange die Erde in feurig-flüssigem Zustande zugebracht habe; dahingegen hat man schon einigen Anhalt über die Dauer der Zeit, welche das Erkalten und Erstarren der Rinde gebraucht haben mag, und darf schon von einigen Vermuthungen über die Zeit sprechen, in welcher das Wasser die Gesteine ansammelte, feste Erdschichten aufschwemmte und ganze Landstrecken anschwemmte.

Alle diese Angaben sind zwar außerordentlich unsicher und haben nur das Recht, als entfernte Vermuthungen angesehen zu werden; wir wollen sie jedoch als solche unsern Lesern nunmehr vorführen.

XVIII. Wie lange Zeit brauchte die Erdrinde, um zu erkalten?

Man hat Versuche über die Abkühlung großer Gesteinmassen gemacht, um einigermaßen die Zeit der Abküh-

lung zu bestimmen, welche die Erde brauchte, um eine 25 Meilen dicke Schicht zu erhalten; allein es schreitet die Abkühlung der Massen, je größer sie sind, desto langsamer fort, und es hängt die Abkühlung so enge mit der Fähigkeit der Massen ab, die Wärme zu leiten, daß man jeden künstlichen Versuch dieser Art vergeblich nennen muß. — Indessen bietet die Natur selbst die Gelegenheit dar, die außerordentlich langsame Abkühlung großer heißer Steinmassen zu beobachten.

Die Vulkane, wenn sich in ihnen ein Weg gebahnt hat aus dem Innern der heißen Erde nach außen hin, speien unter Krachen und Tosen Rauchsäulen, Flammen und Aschenregen aus und das Ende dieser furchtbaren Naturerscheinung ist gemeinhin, daß aus irgend einer Spalte des feuerspeienden Berges oder über den niedrigsten Rand des Kraters ein Strom geschmolzenen Gesteins sich ergießt, der aus dem Innern der Erde emporquillt und in langer Strecke hin ins Thal fließt.

Wenn dieser feurige Strom erkaltet, so wird er zu Stein, den man Lava nennt, und eine Untersuchung der Lava in neuerer Zeit hat ergeben, daß sie aus denselben Gesteinarten besteht, die die harte Rinde um die Erde bilden. Die Verschiedenheit der Lava hängt von der Verschiedenheit ihrer Erkaltung ab. So werden kleine Massen, die außerordentlich schnell erkalten, zu dem schwammartig gebauten Bimsstein, während langsamer abkühlende Massen festeres Gefüge annehmen.

Wo aber Lava in großen Strömen sich ergossen hat, und in irgend einer Vertiefung des Thales in dicker Lage vorhanden ist, da hat man gute Gelegenheit, die außer ordentlich lange Zeit zu beobachten, die es dauert, bevor auch nur die Lava bis in eine Tiefe von zwei Fuß erstarrt.

Der Reisende, der diese Stätten lange Jahre nach dem Ausbruche des Vesuvs bei Neapel besucht, wird durch den kundigen Führer überrascht, der seinen Stock hineinbohrt in die Lava, auf welcher man herumwandelt und ihn nach einiger Zeit verkohlt wieder herauszieht. — Lava, die zehn Jahre lag, von oben vollkommen erstarrt war und nicht im Mindesten verrieth, daß sie inwendig noch heiß ist, fing zu fließen an, als man den Rand abstach, so daß es sich ergab, wie sie in einer Tiefe von fünf Fuß noch vollkommen flüssig war. Man hat ferner die Bemerkung gemacht, daß zwanzig Jahre nach dem Austritt aus dem Innern der Erde die Lava noch Dämpfe verbreitete, was offenbar von dem hohen Grade der Hitze zeugt, die im Innern der Lavalage herrscht, selbst wenn sie von außen vollkommen die natürliche Wärme der Luft angenommen hatte.

Obwohl man nun noch nicht das Gesetz genauer hat bestimmen können, wie langsam die Abkühlung solcher großen Massen vor sich geht, so hat man doch den einen Schluß daraus gezogen, daß eine Lage von 25 Meilen eine ungeheuer große Reihe von Jahrmillionen gebraucht haben muß, um so weit zu erkalten, daß sie von dem flüssigen Zustande in den festen übergehen konnte.

Dies ist freilich eine sehr unbestimmte Vorstellung, die man sich von der Zeit der Abkühlung der Erde zu machen hat, oder von der Zeit, in welcher sich die feste Rinde bildete von den Gesteinen, die man die Feuerbildungen nennt. — Eine etwas bestimmtere Zahl weiß man schon von der Zeit anzugeben, wo sich Gesteinmassen unter dem Wasser gebildet haben mögen.

Wir haben es bereits erwähnt, daß das Land, wo die häufigsten Anschwemmungen stattfinden, Aegypten ist, und dieses Land kennt man schon seit Jahrtausenden,

indem man Schriften besitzt, die über dasselbe Aufschluß gaben, aus der Zeit des hohen Menschenalterthums. Zugleich besitzt Aegypten Baudenkmäler, deren Erbauungszeit ziemlich sicher anzugeben ist, und es haben daher Naturforscher zu ermitteln gesucht, um wie viel der Boden Aegyptens, durch die Ablagerungen von Erdtheilchen, die der Nil alljährlich mit sich führt, höher geworden ist seit jener Erbauungszeit der Denkmäler. Die Untersuchung hat ergeben, daß es an sechsunddreißigtausend Jahre dauert, bevor der Boden durch Wasserablagerungen nur hundert Fuß höher wird, und wenn dies einen Schluß auf die Wassergebilde, die eine Gesteinschale um die Erde bilden, zuläßt, so hat es an zehn Millionen Jahre gedauert, bis diese zu der Mächtigkeit anwuchsen, die man jetzt findet.

XIX. Geschehen diese Veränderungen der Erde zufällig oder planmäßig?

Mit dem thatsächlichen Theile unseres Thema's sind wir insoweit zu Ende, daß wir zum Schlusse kommen können. Wir müssen jedoch, bevor wir zu einem andern Gebiete der Naturwissenschaft übergehen, die Aufmerksamkeit unserer Leser noch für einige wichtige Fragen und ernste Betrachtungen in Anspruch nehmen.

Die erste Frage, die man sich vorzulegen hat, ist wohl die: hat man sich die Reihe der Veränderungen, die mit der Erde vorgingen und vorgehen, wirklich als ein Leben der Erde vorzustellen; also eine Entwickelung, welche fortschreitet nach bestimmtem Plan und Gesetz, oder sind diese Veränderungen rein zufälliger Natur? Hat

man in der Zukunft noch eine regelmäßig vor sich gehende Veränderung der Erde zu erwarten, oder steht eine plötzliche unberechenbare und nicht im Plan der bisherigen Geschichte der Erde liegende Umwälzung derselben, sei es in naher, sei es in später Zeit, bevor?

Diese Frage ist auf dem strengen Wege der Naturforschung noch nicht zu beantworten. Wir sind im Ganzen noch viel zu wenig in das wirkliche Wesen der Erde und die Geschichte derselben eingedrungen, um die Entscheidung dieser Frage mit den erforderlichen Beweisen zu belegen. Aber es haben die Naturforscher neuester Zeit aus gegründeten Vermuthungen den Schluß gezogen, daß in den Veränderungen, die mit der Erde vorgingen, eine Entwickelung und zwar eine regelmäßig vor sich gehende Entwickelung liegt, und dadurch ist man auf ganz andere Vorstellungen von der Natur gekommen, als man in früherer Zeit annahm.

Sonst nahm man das Pflanzenreich und Thierreich als das Lebende in der Natur an, und betrachtete das Erd- und Gesteinreich als den todten Theil der Natur; gegenwärtig jedoch greift die Ansicht immer mehr Platz, daß in der Natur nichts todt sei, daß alles lebe, und daß nur die Art des Lebens verschieden sei für den ganzen Himmelskörper, für den in ihm sich befindenden Stein, für die auf ihm wachsende Pflanze, für das unter den Pflanzen herumwandelnde Thier und für das über die Thiere geistig hervorragende vernunftbegabte Wesen. Man nimmt jetzt eine Stufenreihe des Lebens an, die fortschreitet und in welcher die Stoffe der Natur nur wechseln, um nach und nach alle Stufen des Lebens durchzumachen und dann wieder zu einem andern Grad des Lebens überzugehen. Wenn dem so ist, so kann man das ganze

Dasein der Erde ein lebendiges nennen, und das, was man im gewöhnlichen Sinne Lebendiges auf ihr findet, nur als Erscheinung des Erdlebens selber ansehen.

Wir haben bereits angeführt, daß es ein Zeichen des Lebens der Erde ist, wenn aus ihr durch heiße Quellen und Vulkane fort und fort Wärme ausströmt, und sie seit zweitausend Jahren nicht kälter geworden ist, weil sich in ihr wieder Wärme erzeugt; wir haben bereits erwähnt, wie es ein Zeichen des Lebens ist, wenn das Feuer im Innern der Erde, das Berge aufthürmt, gerade der Wirkung des Wassers, das die Berge alle ebnet, entgegenarbeitet; wie die Luft, die ewig das Wasser im Kreise umhertreibt, es als Dunst in die Höhe aufnimmt, als Wolke, als Nebel, als Regen, als Schnee oder Hagel wieder fallen läßt, eine Arbeit des Lebens verrichtet, ohne welche alles, was man sonst Leben nennt, unmöglich wäre. — Ist dem aber also, so hat man das Recht, die Erde sich in fortwährender Thätigkeit eines Gesammtlebens vorzustellen, in welchem das Einzelleben nur eine einzelne Erscheinung aus der Gesammtheit ist.

Man wird in dieser Vorstellung noch mehr bestärkt, wenn man sieht, daß es nicht ein bloßer Zufall ist, daß die Erde im Innern einen feurigen Kern hat, daß dieser von einer harten Gesteinschale umgeben ist, daß diese vom Wasser umspült und daß das Wasser und das Land wieder von einem Luftmeer umhüllt ist, welches das stets in die Tiefe sinkende Wasser nöthigt, stets in die Höhe zu steigen, die Berge zu bespülen und zu vernichten, um dem Berge bildenden Feuer im Innern der Erde entgegen zu arbeiten. Es kann dies, sagen wir, nicht zufällig auf der Erde so sein, wenn man bemerkt, daß es eben so auf andern Planeten der Fall ist.

Auf dem Planeten Venus haben die Astronomen Beer und Mädler Berge entdeckt, durch welche man die Umdrehung dieses Planeten um seine Axe zu nahe 24 Stunden zu bestimmen vermochte. — Auf dem Planeten Mars sieht man Flecken, die unzweifelhaft von Meeren herrühren, und man gewahrt an den Polen dieses Planeten große hellleuchtende Eismassen, die sich ansammeln an dem Pol in der Zeit, wo daselbst Winter ist, während sie zusammenschmelzen zur dortigen Sommerzeit. — Auf dem Jupiter sieht man sehr deutlich Wolken zu beiden Seiten des Aequators, die unsern Passatregen entsprechen. All' das sind Beweise, daß fast gleiche Umstände, wie sie auf der Erde herrschen, auch auf anderen Planeten stattfinden; ist dem aber so, so liegt ein inneres Gesetz dem allen zu Grunde, das in der Natur der Planeten wirksam ist und das demnach mit zum Dasein, zum Leben der Planeten gehören muß.

XX. Haben wir noch eine Umwälzung der Erde zu erwarten?

Noch größere Wahrscheinlichkeit gewinnt die Annahme, daß der Zustand der Erde ein wirklich entwickelter fortschreitender und also auch den Charakter des Lebens an sich tragender ist, durch folgenden Umstand.

Vor Allem steht es fest, daß nach und nach mit der Entwicklung der Erdschichten auch eine Entwicklung der Thier- und Pflanzenwelt stattgefunden hat, und zwar eine Entwicklung von niedrigen Gattungen zu höhern. In den Versteinerungen, die man in der Erde auffindet, spricht sich dies sehr deutlich und unumstößlich aus. Die ältesten

Ueberreste von Pflanzen und Thieren zeigen uns, daß zuerst Pflanzen der untersten Gattung vom einfachsten Bau existirten, daß die ältesten Thiere die unausgebildetsten waren, die, wie z. B. die Polypen, nur pflanzenartig leben. Je jünger die Erdschichten sind, die man untersucht, desto entwickelter und vollkommener werden die Pflanzen und die Thiere; bis man endlich in der jüngsten Erdschicht die Spuren findet, daß der Mensch, das vollkommenste der lebenden Geschöpfe, ein Bewohner der Erde wird. Der fortschreitende Charakter der Pflanzenwelt und Thierwelt seit der ältesten Zeit bis auf die Gegenwart ist so unzweifelhaft in den Ueberresten ausgeprägt, daß kein einsichtiger Mensch mehr zweifelt, daß hier wirklich ein Fortschritt von einfachsten und unausgebildetsten Organismen zu vielfältigern und ausgebildetern stattgefunden hat. Nun aber hält dieser Fortschritt genau mit den Veränderungen des Zustandes der Erde Schritt: eine höhere Pflanzengattung, eine höhere Thiergattung tritt immer erst auf, nachdem eine weitere Veränderung mit der Erde vor sich gegangen ist. Man sieht, daß die Erde mit jeder neuen Epoche erst immer die Fähigkeit erhielt, neue und ausgebildetere lebende Wesen aus sich zu entwickeln oder, wenn man will, auf sich zu erhalten. Jedenfalls geht hieraus hervor, daß die Veränderungen der Erde mit dem Leben auf der Erde im engsten Zusammenhange stehen und daß ein Fortschreiten und eine immer höhere Ausbildung der Pflanzen- und Thierwelt auch genau mit einer Fortschreitung und einer höhern Ausbildung der Erde selber Hand in Hand geht. Dies aber ist ganz und gar der Charakter des Lebens, eine Veränderung, die zugleich eine Entwickelung ist aus einem unausgebildeten Zustand in einen höhern und vollendetern.

Freilich drängt sich hiernach die Frage auf: wenn all' die bisherigen Veränderungen der Erde eine stufenweise Entwickelung ihres Lebens waren, wird diese Entwickelung nicht auch weiter gehen? Darf man annehmen, daß die jetzige Thier- und Pflanzenwelt die vollendetste ist, wenn man sieht, daß sie erst nach und nach sich entwickelt hat, und also gar nicht zu vermuthen steht, daß sie sich nicht noch weiter entwickeln kann? Der Mensch ist in jetziger Zeit das vollendetste der Geschöpfe auf Erden. Es hat aber eine Zeit gegeben, wo noch keine Menschen auf Erden lebten, und damals waren ohne Zweifel die Affen die geistig reichsten Geschöpfe; ist es nicht wahrscheinlich, daß dereinst, wenn auch erst nach vielen Jahrtausenden oder Jahrmillionen neue und zwar höhere Geschöpfe auf Erden leben, gegen welche das Menschengeschlecht der Jetztzeit so tief steht, wie etwa das Affengeschlecht gegenüber dem jetzigen Menschengeschlecht?

Auf diese, sicherlich sehr ernste und wichtige Frage, weiß die Naturwissenschaft keine sichere Antwort. Wir wissen nur zwei Dinge, die zu einem Schluß über diese Frage Berechtigung geben.

Erstens haben sich die Naturforscher unendliche Mühe gegeben, um auszuspüren, ob die Erde noch jetzt irgendwie neue Geschöpfe hervorbringt, und dies ist durchaus nicht gelungen, nachzuweisen. Eine Zeitlang glaubte man, daß die Infusorien, die außerordentlich kleinen Thierchen, die millionen- und millionenfach entstehen, wenn man Pflanzen mit Wasser übergießt und diesen Aufguß einige Tage stehen läßt, neue Geschöpfe sind, die ohne Zeugung, ohne Eltern neu entstehen, und wirklich nahm man dies als einen Beweis der noch existirenden Schöpferkraft an. Indessen hat der fleißigste Beobachter der Infusorien,

Professor Ehrenberg in Berlin, diese Annahme als Irrthum nachgewiesen. Es steht jetzt fest, daß diese Geschöpfe nicht neu aus faulenden Pflanzenstoffen entstehen, sondern daß sie sich aus Eiern entwickeln, die auf den Pflanzen und in dem Wasser in großer Zahl vorhanden sind. — Jedenfalls ist es eine unbestreitbare Thatsache, daß irgend eine noch jetzt thätige Schöpferkraft der Erde, die neue Geschöpfe hervorbringt, nirgend hat nachgewiesen werden können.

Entwickelt sich aber dennoch die Erde und soll sie dennoch höhere Gattungen von Geschöpfen hervorbringen, als der Mensch jetzt ist, so dürfen wir zweitens nicht vergessen, daß der Mensch selber noch unendlich höherer geistiger Entwicklung fähig ist und daß seine geistige Entwicklung wirklich fortschreitet, daß es also gerade nicht neuer Geschöpfe bedarf, um höhere Wesen zu erzeugen. Bei dem natürlichen Triebe des Menschengeschlechts, sich geistig weiter und weiter heranzubilden, bei dem unbesiegbaren Streben, die Erkenntniß zu bereichern, das Gebiet des Forschens und Schaffens stets zu erweitern, ist mindestens nicht nothwendig anzunehmen, daß eine neue Gattung Geschöpfe zu entstehen braucht, die einen Fortschritt gegenüber der Menschheit bildet.

XXI. Ist eine einstmalige Rückbildung der Erde denkbar?

Wir haben noch eine der wichtigsten Fragen in Betreff des Erdlebens zu beantworten.

Wenn es ausgemacht ist, daß die Erde ehedem einen ganz andern Zustand hatte, wenn es wahr ist, daß sie dereinst vor vielen Jahrmillionen nur eine ungeheure gasförmige Kugel war, die nach und nach sich verdichtete und feurig-flüssig wurde, bis ihre Oberfläche sich abkühlte und eine harte Gesteinrinde bildete, auf welcher wir und mit uns die Thier- und Pflanzenwelt die Wohnstätte haben; so fragt es sich, ob sie nicht dereinst wieder in jenen Urzustand zurückkehren wird?

Eine natürliche Logik sagt uns, daß Alles, was mit der Zeit entsteht, auch mit der Zeit vergeht, daß ein Ding, welches nicht von Ewigkeit her immer dieselbe unveränderliche Gestalt gehabt hat, auch nicht in die Ewigkeit hin seine Gestalt unverändert beibehalten wird. Aber wenn wir auch dieser Logik nicht trauen wollten, so lehrt uns doch die Erfahrung, daß in allen Dingen des Daseins ein Kreislauf der Veränderungen stattfindet, daß die Pflanzen aus Urstoffen entstehen, daß die Thierwelt den Stoff ihres Leibes aus den Pflanzen entnehme, daß aber der Thierkörper wieder zerfällt und seine Stoffe wieder zu Urstoffen und deren einfachen Verbindungen werden. Hiernach also fragt es sich mit Recht: wird nicht einst die Erde, die „ein Tropfen am Eimer“, eben nur ein geringes Glied in der unendlich großen Familie des Weltalls ist, wird sie nicht einst in den Urzustand zurückkehren, in welchem sie dereinst gewesen ist? Wird nicht wieder eine Rückbildung der Erde stattfinden, wie einst eine Entwickelung und Bildung derselben stattgefunden hat?

Will man auf diese Frage eine Antwort geben und hierbei sich nicht von Gefühlen und Phantasien, sondern von den Spuren leiten lassen, die die bisherige Naturforschung bietet, so muß man seinen Blick aufwärts zum

Himmelsraum wenden, woselbst die andern Weltkörper ihr Licht als ein Zeichen ihres Daseins zu uns herabsenden. Die Erde, ein kleines Glied dieser unendlichen Weltfamilie, hat sicherlich unter einer so unendlich großen Zahl von Himmelskörpern viele, die ein gleiches Schicksal mit ihr theilen, und da schwerlich alle Himmelskörper gleichen Alters mit ihr und untereinander sind, so ist es wohl möglich, daß wir unter den Sternen viele erblicken werden, die auf verschiedenen Stufen ihrer Entwickelung begriffen sind, und auch vielleicht einige entdecken, die auf eine Rückbildung oder Auflösung von Himmelskörpern schließen lassen.

Die nächsten Sterne, auf die wir hier zu blicken haben, sind ohne allen Zweifel die Planeten, die, wie wir bereits angeführt haben, in der Bildung ihrer Oberfläche viel Aehnlichkeit mit der Erde besitzen; allein bisher sind alle Untersuchungen darüber, ob schon einmal Planeten vorhanden waren, die sich wiederum aufgelöst haben, oder ob die jetzt existirenden Planeten Spuren ihrer Auflösung zeigen, vergeblich gewesen. — Noch vor Kurzem nahm man meisthin an, daß die kleinen Planeten, die zwischen Mars und Jupiter ihren Umkreis um die Soune nehmen, nur Bruchstücke eines zerstörten großen Planeten seien, der durch äußere oder innere Veranlassung zersprengt worden ist. Man hätte also hier wohl ein Beispiel des Untergangs eines Himmelskörpers, welcher ohne Zerstörung alles Lebens auf demselben nicht vor sich gehen konnte. — Allein in neuerer Zeit ist man mit Recht von der ganzen Vorstellung zurückgekommen, daß die kleinen Planeten Bruchstücke eines größeren seien. Schon vor dem Jahre 1845, bis wohin man nur die in diesem Jahrhundert entdeckten vier kleinen Planeten kannte, vermochte man nicht einzusehen, woher die große

Verschiedenheit der Bahnen der kleinen Planeten stammen sollte, wenn sie die auseinander gesprengten Bruchstücke Eines Planeten wären; seit dieser Zeit aber, also in den letzten fünfzehn Jahren, wo noch viel neue kleine Planeten in dieser Himmelsgegend entdeckt worden sind, ist die Möglichkeit, daß sie Bruchstücke eines einzigen Himmelskörpers seien, ganz und gar geschwunden; ihre Entfernungen von der Sonne weichen so außerordentlich stark von einander ab, daß man gegenwärtig jeden Gedanken aufgeben muß, in den kleinen Planeten Reste eines zerstörten größern Planeten zu sehen, und nur annehmen kann, daß sich hier ursprünglich aus unbekannten Ursachen statt eines großen Planeten eine große Reihe einzelner kleiner Planeten gebildet habe.

Außer diesem Raum aber, wo die kleinen Planeten ihre Bahnen haben, giebt es im Planetensystem, vom Merkur, der der Sonne am nächsten ist, bis zum Neptun, dem der Sonne fernsten Planeten, keinen Platz, wo man Spuren eines untergegangenen Planeten zu suchen hat, und man kann sich daher nur in der Welt der Kometen und im Reich der Fixsterne umthun, um zu sehen, ob dort Spuren des Entstehens und Vergehens vorhanden sind.

Dies wollen wir, unser Thema beschließend, in den nächsten Abschnitten vornehmen.

XXII. Veränderungen, die man an den Kometen beobachtet.

Wenn sich irgend wie unter den Körpern des Himmelsraumes solche finden, die Veränderungen an sich tra-

gen, welche man für Zeichen des Entstehens und Vergehens halten könnte, so sind es die Kometen.

Ihre Masse ist so wenig dicht, daß sie vollkommen durchsichtig sind; man sieht die schwächsten Sterne, vor denen Kometen vorübergehen, ganz so deutlich, als wären die Kometen nicht vorhanden. Dabei verändert sich die ganze Gestalt des Kometen, je mehr er sich der Sonne nähert. Die Masse lockert sich noch mehr auf und nimmt eine längliche Gestalt an, wobei sich oft Schweife von ungeheurer Länge ausbilden, von denen einer meist nach der Sonne hin und der andere von der Sonne abgewandt sich zeigt. Ferner hat man in Kometen eine Art Aufflackern, ein Wallen des Lichtes, ein Strahlenschießen bemerkt, das augenblicklich viele tausend Meilen weit geht und die ganze Gestalt des Kometen höchst veränderlich zeigt. Desgleichen hat man beobachtet, daß Kometen von langer Umlaufszeit, wie der Halley'sche, der in siebzig Jahren seine Bahn vollendet und den sicherlich viele unserer Leser im Jahre 1835 gesehen haben werden, bei ihrem Wiedererscheinen kleiner geworden seien, als sie zuvor erschienen sind.

Diese Umstände, zu denen noch andere hinzukommen, haben Viele veranlaßt anzunehmen, daß die Kometen aus dem Stoffe entstehen, den man den Urstoff der Weltkörper nennt, der sich luftartig ausdehnt, der sich aber unter Umständen verdichten und dabei flüssig feurig, und dessen Oberfläche sodann durch Erkalten hart werden und eine feste Schale erhalten kann, gleich der, welche die Erde jetzt hat. Von dieser Voraussetzung ausgehend, haben daher Viele in den Veränderungen der Kometen die Zeichen eines Dichterwerdens, also den Anfang eines Entstehens von festen Himmelskörpern, Viele wieder gerade ein Zeichen der Auflösung von Himmelskörpern darin

gesehen, so daß die Kometen zumeist die Gegenstände wurden, mit denen die Phantasie ihr vielgestaltiges Spiel am leichtesten treiben konnte.

Wissenschaftlich indessen hat sich von all' dem noch nichts feststellen lassen. Im Gegentheil ist es mit vollster Zuversicht erwiesen worden, daß die Kometenmasse nicht luftförmig ist, weil sie keine Brechung des Lichtes veranlaßt, was bei luftförmigen Massen der Fall ist und sein muß. Die Veränderungen, die sich in Kometen zeigen, sobald sie der Sonne näher kommen, haben den scharfsinnigsten der Naturforscher, Bessel, zu dem Resultat geführt, daß dies eine Art Polarität der Materie sei, auf welche die Sonne theils eine Anziehung, theils eine Abstoßung ausübt; und das Kleinerwerden, das man an Kometen beobachtet haben will, das bald als ein Zeichen der Auflösung, bald als ein Zeichen der Verdichtung, also der eigentlichen Heranbildung angesehen wurde, hat sich zum großen Theil als eine Täuschung der Sinne ergeben, und nur von der Stellung herrührend, welche die Erde zufällig zum längsten Durchmesser der Kometen eingenommen hatte.

Der so natürliche Wunsch der Menschen, die Natur in ihrer Werkstatt zu belauschen und ihr Werden oder ihr Vergehen mit eignem Auge zu beobachten, hat oft viele selbst verdienstvolle Naturforscher auf Wege verleitet, in welchen es ihnen leicht wurde, in der Natur das zu sehen, was sie gerne sehen mochten, und so ist es auch mit den Kometen der Fall gewesen. Allein die nüchterne Beobachtung Andrer, die von solchen Schwächen frei waren und nur Thatsachen, die jeder strengen Prüfung Stand halten, zum Maßstab ihrer Schlüsse genommen haben, hat bisher noch immer jene Liebhaberideen vernichtet, die gerade mit den räthselhaften Himmelskörpern, den

Kometen, ein leichtes Spiel getrieben haben. Von allen Thatsachen, die man aus der Kometenwelt hergeholt hat, um das Entstehen und Vergehen von Himmelskörpern zu beweisen, sind indessen drei Erscheinungen anzuführen, die wirklich die Möglichkeit theils einer Auflösung von Himmelskörpern, theils einer Veränderung ihres ganzen Wesens wahrscheinlich machen.

Die eine dieser Thatsachen ist, daß ein Komet, dessen Bahn der Direktor der Berliner Sternwarte Encke berechnet hat und der deshalb auch der Encke'sche Komet genannt wird, erweislich mit jedem Umlauf um die Sonne dieser näher rückt, so daß seine Bahn eine Art Spirale bildet, die endlich bis in die Sonne hineinführt. Der Grund dieser Erscheinung sei welcher er wolle, so steht jedenfalls so viel fest, daß dieser Komet langsam seinem Untergange entgegen geht, indem er dereinst in die Sonne stürzen wird.

Die zweite Thatsache ist, daß vor Jahren ein großer Komet dem Planeten Jupiter so nahe kam, daß die Anziehungskraft Jupiters den Kometen vollständig von seiner Bahn ablenkte und ihm eine ganz andere Bahn gab, die er bis dahin nicht hatte. Nachdem der Komet in seiner neuen Bahn zweimal um die Sonne gelaufen war, kam er dem Jupiter wieder zu nahe und erlitt durch dessen Anziehungskraft wieder eine solche Ablenkung von der neuen Bahn, daß er diese wiederum verlassen und fortan in einer ganz andern Bahn von ganz anderer Form die Sonne umkreisen muß.

Die dritte Thatsache ist höchst wunderbarer Art und hat sich, man möchte sagen, fast unter unsern Augen begeben. Im Jahre 1845 war der Biela'sche Komet, der in circa sechs Jahren um die Sonne läuft, sichtbar. Der amerikanische Astronom Maury in Washington machte die

Entdeckung, daß der Komet deutlich zwei Kerne zeige und daß diese sich von einander trennen und also aus einem Kometen sich zwei Kometen zu bilden scheinen. Anderweitige Beobachtungen, die bis zum März 1846 fortgesetzt werden konnten, bestätigten nicht nur diese Wahrnehmung, sondern ergaben ganz unzweifelhaft, daß wirklich eine Theilung eines Himmelskörpers dort stattfinde. Mit der größten Spannung harrten die Beobachter auf das Jahr 1852, wo dieses Naturwunder wieder sichtbar sein müßte. Allein man wußte, daß die Stellung des Kometen für dieses Mal der Beobachtung sehr ungünstig sein würde und mußte es der angestrengtesten Sorgfalt überlassen, hier noch Beobachtungen anzustellen. Nur auf zwei Sternwarten, zu Rom und zu Pulkowa, gelang es, des Kometen in der Morgendämmerung ansichtig zu werden; aber diese Beobachtungen genügten, um zu beweisen, daß die Theilung in der Zwischenzeit weiter vor sich gegangen und ein Kometenpaar statt eines einzelnen nunmehr die Rundreise um die Sonne macht.

Dies wären nun freilich Thatsachen, von denen die eine einen Beweis der vollkommensten Umgestaltung einer Bahn eines Himmelskörpers und die andere sogar die Wahrscheinlichkeit des Untergangs eines solchen darbietet; allein daß diese durch äußerliche Einflüsse hervorgerufene Veränderung und mögliche Vernichtung nicht die ist, welche wir als Beispiel in Himmelskörpern suchen, ist klar, sondern daß wir die Aufgabe haben, darzuthun, ob die Erde jemals durch innere Umgestaltung ihre Auflösung erreichen wird, und ob in der Kometenwelt solche Beispiele von innerer Veränderung und Auflösung vorhanden sind. Freilich geht die dritte Thatsache scheinbar auf eine solche innere Umgestaltung hinaus; allein als maßgebend für das Schicksal der Erde kann man die

wunderbare Theilung eines Kometen schon deshalb nicht annehmen, weil die Anziehungskraft der Erde eine solche als reine Unmöglichkeit ihres einstigen Schicksals herausstellt.

XXIII. Das Entstehen und Vergehen der Fixsterne.

Das Entstehen und das Vergehen von Himmelskörpern hat man durch Beispiele aus der unendlichen Zahl der Fixsterne schon mit scheinbar günstigerm Erfolge zu beweisen gesucht.

Freilich senden die Fixsterne nur ihr Licht zu uns, ohne sonst über ihre Natur und ihr Dasein etwas zu verrathen. Es ist sehr leicht möglich, daß ein Fixstern nur für unser Auge verschwindet, wenn er aufhört, Licht auszuströmen, ohne daß er wirklich aufhört zu existiren, ohne daß er sich auflöst. Man hat sogar in neuerer Zeit wichtige Gründe, zu vermuthen, daß es dunkle Himmelskörper giebt, die wir niemals sehen, und es ist auch möglich, daß ein Fixstern aus dem leuchtenden Zustande in einen nicht leuchtenden übergeht, ohne deshalb wirklich seinen Untergang dadurch zu finden. — Indessen sind Beispiele derart immerhin ein Beweis einer außerordentlichen Veränderlichkeit in der Natur einzelner Himmelskörper, und kein Unparteiischer wird die Möglichkeit bestreiten, daß mit dem Erlöschen einzelner Sterne wirklich eine Vernichtung und Auflösung verbunden sein könne.

Und wirklich giebt es Thatsachen dieser Art. Schon alte Sagen erzählen von Sternen, die einst hell am Himmel geleuchtet haben und verloschen sind; allein will man auf diese keinen Werth legen, so ist doch ein einziger Fall dieser Art sicher verbürgt, denn er kam zu den Zeiten des

vortrefflichen Astronomen und scharfen Beobachters Tycho de Brahe vor, dessen Angaben die vollste Glaubwürdigkeit besitzen.

Im Jahre 1572 wurde Tycho durch einen Volksauflauf in Prag darauf aufmerksam gemacht, daß am Himmel plötzlich ein nie gesehener sehr hellleuchtender Stern erschienen sei. In der That war dem so. Das Licht dieses Sternes, der im Sternbild der Cassiopeja stand, übertraf alle andern Sterne und war selbst glänzender als das der Venus. Man konnte ihn, da er heller wurde, endlich am Tage und Nachts selbst bei bewölktem Himmel sehen. Der Stern blieb an seiner Stelle und war volle drei Jahre sichtbar, aber schon im Jahre 1573 nahm sein Licht allmählig ab, und er verschwand endlich im Jahre 1574 vollständig und ist niemals wieder, selbst nicht durch die stärksten Fernröhre, gesehen worden.

Diesem außerordentlichen einzig dastehenden Falle reihen sich einige andere von minderer Auffälligkeit an, wo Sterne nach und nach an Licht zunahmen und dann wieder ihren Glanz verloren, und theils gar nicht mehr, theils nur als unbedeutende schwache Sterne gesehen wurden.

Solche Thatsachen lassen freilich auf großartige, vor unsern Augen vorgehende ungeheure Veränderungen im Dasein der Himmelskörper schließen, und sind auch als Beweise, daß noch gegenwärtig eine Schöpferkraft thätig ist, die ganzen Welten ihr Dasein giebt und wieder entzieht, angeführt worden. — Allein als unumstößlich können diese Beweise nicht gelten, denn bei fast allen Erscheinungen dieser Art hat man Grund zu vermuthen, daß dieses Hellerwerden und Verdunkeln der Sterne von Zeit zu Zeit in ganz bestimmten Perioden wiederkehrt, und von uns nicht sicher zu bestimmende Ursachen hat, welche in der Natur dieses Sternes begründet sind, ohne daß er

selber in seinem Dasein irgendwie neugeschaffen oder vernichtet wird.

Man hat nämlich in neuerer Zeit eine große Reihe von Fixsternen gefunden, die zu bestimmter Zeit heller zu leuchten anfangen, ihren höchsten Glanz sodann erreichen und wieder nach bestimmter Zeit an Glanz abnehmen, um wiederum nach Verlauf einer gewissen Periode an Glanz zuzunehmen. Die Lichtveränderung dieser Sterne ist also periodisch und die Erscheinungen kehren an ihnen zu genau bestimmter Zeit regelmäßig wieder. Man erklärt diese Erscheinung zum Theil durch das Umdrehen jener Sterne um ihre Axe und durch die Annahme, daß irgend ein Punkt ihrer Oberfläche ein stärkeres Licht aussendet als der übrige Theil. Obwohl nun diese Erscheinung bei einzelnen Sternen von Umständen begleitet ist, die diese Erklärung ungenügend machen, so steht doch so viel fest, daß die Erscheinung selbst regelmäßig wiederkehrt und dies macht es wahrscheinlich, daß auch diejenigen Sterne, die aufleuchteten und wieder an Glanz verloren haben, ohne diese Lichtveränderung zu wiederholen, und nicht minder die, welche ganz und gar unsichtbar geworden sind, nicht einmalige Veränderungen verrathen, sondern Erscheinungen dargeboten haben, die sich erst in spätern Zeiten wiederholen, so daß dann auch diese Sterne als regelmäßig veränderliche werden erkannt werden.

Selbst über den außerordentlichen Stern aus dem Jahre 1572 sind Spuren vorhanden, daß er bereits in den Jahren 945 und 1260 gesehen worden sei; und ist dem so, so wird er im Jahre 1882 wieder erscheinen und den Beweis liefern, daß er nicht plötzlich entstanden und plötzlich vernichtet worden ist.

Wir müssen uns daher zur Erörterung unserer Frage, ob am Himmel sich Spuren des Entstehens und Vergehens

von Himmelskörpern zeigen, zu andern Körpern unter den Fixsternen wenden.

XXIV. Sogenannte „Nebelflecke."

Unter den Fixsternen giebt es einige, die schon dem bloßen Auge nicht wie hellleuchtende Sterne, sondern wie in einem matten Schimmer glänzend erscheinen, so daß man sie eher helle Flecke als wirkliche Sterne nennen mag. In der That werden sie „Nebelflecke" genannt und sie bieten dem Auge oft einen prachtvollen Anblick, wenn man sie in starker Vergrößerung sieht.

Obwohl nun ein großer Theil dieser Nebelflecke bei starker Vergrößerung sich als Sternenhaufen zu erkennen giebt, das heißt als Anhäufung einer ungeheuer großen Anzahl von Sternen, die man durch Fernröhre als von einander gesondert erkennt, und also offenbar ihr nebliches Ansehen nur von der großen Entfernung herrührt, haben Viele dennoch ähnliche Nebelflecke, die selbst bei den starken Vergrößerungen nicht als Sternenhaufen erschienen sind, sondern ihr nebliches Ansehen behielten, für wirkliche Nebelmassen erklärt und in diesen Nebeln den Urstoff werdender Welten erblickt, so daß wir im Himmelsraum wirklich im Stande wären, die Weltbildung in ihren verschiedensten Stadien zu belauschen.

Es waren nicht unbedeutende Männer, die diese Ansichten hegten; sondern erleuchtete Köpfe, die Zierden der Naturwissenschaft sprachen sich in diesem Sinne aus und glaubten in der Verschiedenheit, welche das Ansehen der Nebel darbietet, auch die verschiedenen Stufen angedeutet zu finden, auf welchen sich verschiedene von uns entfernte Welten gerade jetzt in der Geschichte ihrer Ausbildung befinden.

Allein in neuester Zeit ist diese Anschauung gewaltig erschüttert worden. Schon Herschel (der Vater), der selber diesen Ansichten sich hinneigte, machte die Bemerkung, daß, je stärker die Fernröhre sind, die man auf den Himmel richtet, desto mehr Nebelflecke sich als Sternenhaufen erkennen lassen. Und in der That löste das große Fernrohr, das Herschel anwandte, eine beträchtliche Zahl von Nebelflecken in Sternenhaufen auf, und man erkannte, daß die Vorstellung, in diesen Nebelflecken formlosen Urstoff der Himmelskörper zu sehen, nur auf der Täuschung unseres Auges beruht, das die außerordentlich dicht stehenden Sterne nicht mehr von einander unterscheiden kann, und deshalb eine nebelartige Masse wahrzunehmen glaubt, wo gar keine ist. — Indessen entdeckte Herschel gerade durch sein starkes Fernrohr eine so große Zahl neuer Nebelflecken, die sich nicht auflösen ließen, daß er der Annahme sich hinneigte, daß einige derselben wirkliche Nebel seien, und auch er erklärte sie daher für Materien, die im Begriff sind, zu Himmelskörpern, zu Fixsternen zu werden.

Indessen hat der Sohn dieses großen Astronomen, der sich in der Wissenschaft nicht geringern Ruhm erworben hat, als der Vater, durch seine verbesserten Instrumente viele Nebelflecke, die Herschel, der Vater, für unauflösliche wirkliche Nebel annahm, als Sternenhaufen gesehen und hat es wahrscheinlich gemacht, daß alle übrigen sich gleichfalls als Sternenhaufen zeigen würden, wenn sich nur unsern Beobachtungsinstrumenten so bedeutende Vergrößerung, wie hierzu nöthig ist, geben ließe. — Und in der That hat der englische Lord Rosse, der das größte aller bisherigen astronomischen Fernröhre erbauen ließ und in jüngster Zeit damit seine Beobachtungen begonnen hat, in einem Privatschreiben an Alexander von Humboldt die Mittheilung gemacht, daß durch sein Instru-

ment die letzten Zweifel beseitigt werden, indem es bis auf wenige Ausnahmen alle alten Nebel als Sternenhaufen sehen läßt. —

So ist man denn gegenwärtig auf dem Punkte, die lange Zeit geglaubte und vielbesprochene und noch mehr befabelte Ansicht von Nebelmaterien, die den Urstoff neuer Weltsysteme bilden, ganz und gar fallen zu lassen, und verzichtet darauf, diese Himmelskörper als sichtbare Zeugnisse des Entstehens oder Vergehens von Welten darzustellen.

Zwar giebt es noch eine Reihe anderer Himmelserscheinungen, die bei Vielen als Beweise für die Existenz weltbildender Nebel gelten. Hierzu gehören die „planetarischen Nebel". Es sind dies Flecke, die in sehr schwachem Schimmer leuchten und in den verschiedenartigsten Formen vorkommen, indem ein Theil von ihnen rund, ein Theil länglich, streifenartig, und ein Theil vollkommen unregelmäßig erscheinen. Da sich aber bei diesen sehr räthselhaften Himmelskörpern keine Spuren einer Verdichtung nach ihrer Mitte hin zeigen, ja ein Theil von ihnen wirkliche Ringe bildet, so sind sie wenigstens nicht geeignet, als ein Beispiel für die Bildung der Erde zu gelten, eine Bildung, welche man sich eben nur erklärt durch die Anziehung der Theile auf einander und die daraus hervorgehende Verdichtung nach dem Mittelpunkt der Masse hin.

Wir sind daher bei der Geschichte der Entstehung der Erde und der Möglichkeit ihres Vergehens nur auf Betrachtung der Erde selber angewiesen und müssen für jetzt darauf verzichten, wirkliche Beweise des Entstehens und Vergehens in den unendlichen Himmelsräumen und seinen Millionen und millionenfachen Sternen und Welten aufzufinden.

Und hiermit wollen wir vorerst unser Thema beschließen und zu einem andern Gegenstand der Naturwissenschaft übergehen, in der Hoffnung, daß spätere Zeiten zuverlässigere Resultate über das Wesen und das Leben der Erde geben werden, als bis jetzt der Fall ist, wo sich dieser Zweig der Wissenschaft erst noch im Beginn seiner Entstehung befindet.

Vom Instinkt der Thiere.

I. Was ist Instinkt?

Eine der räthselhaftesten aber auch interessantesten Naturerscheinungen ist der Instinkt der Thiere. — Wir wollen in einer Reihe von Betrachtungen dieses Naturwunder besprechen; aber von vornherein unsern Lesern sagen, daß wir hierbei nicht in jene übertriebenen und fabelhaften Geschichten verfallen werden, die oft nur erfunden sind, um manche Thiere noch weiser und gescheiter darzustellen, als das Menschengeschlecht. Wir wollen uns vielmehr treu an die Wahrheit und an solche Darstellungen halten, die ernste Naturforscher mit jener wissenschaftlichen Zuverlässigkeit bekunden, welche ihrer würdigen Aufgabe und ihrem herrlichen Berufe ziemt. — Es liegt auch in solchen Darstellungen genug des Wunderbaren und Interessanten.

Vor Allem müssen wir die Frage beantworten: was ist Instinkt?

Instinkt nennt man die lebenden Wesen innewohnende Kraft, die sie treibt, zweckmäßige Dinge zu thun, ohne daß diese Wesen es wissen, weshalb sie so handeln.

Eine weiße Spinne, die gerade weiße oder hellgelbe Blüthen auswählt, um dort ihr Netz auszuspannen, wäh-

rend sie selber sich zurückzieht und auf ihre Beute lauert, handelt gewiß höchst zweckmäßig für ihr eignes Wohl. Sie würde wegen ihrer weißen Farbe auf einem dunkeln Zaune, einer schwarzen Mauer oder einem grünen Gebüsch gewiß nicht so viel Insekten fangen, weil diese ihre Feindin, die sie fürchten und fliehen, leicht sehen müßten. Können wir aber ihre Handlung klug nennen? Weiß sie, daß ihre weiße Gestalt auf dunkelm Hintergrund in die Augen fällt und leicht gesehen wird? Das wird sicherlich Niemand behaupten. Sie weiß es nicht, also ist es nicht ihre Klugheit, ihre geistige Ueberlegung, die sie weiße oder helle Blüthen wählen läßt. Ja, es ist nicht einmal ihre Erfahrung, denn ganz unerfahrene junge Spinnen handeln schon so zweckmäßig. — Woher aber kommt sie dazu, so zweckmäßig zu handeln? Wir wissen hierauf kein andere Antwort, als daß ein Naturtrieb sie lehrt so zu handeln, ohne daß es ihr klar wird, warum dies so richtig und zweckmäßig ist. Und diesen Naturtrieb nennt man Instinkt.

Haben auch Pflanzen, haben auch Menschen Instinkt?

Insofern der Instinkt gleich ist mit dem Naturtrieb, der die Wurzeln der Pflanze unter der Erde dorthin wachsen läßt, woselbst sie nahrungsreichen Boden findet, der sie zwingt, die Blätter dorthin zu neigen, wo das ihrem Dasein nothwendige Tageslicht herkommt, insofern kann man dies auch Instinkt nennen. Die Pflanze weiß nur noch weniger davon, als das Thier. Das Thier weiß wenigstens, daß es so handelt; es weiß nur nicht, weshalb es so handelt; die Pflanze dagegen, die gar kein Selbstbewußtsein hat, weiß auch nicht einmal, daß sie so handelt. Sie weiß auch nicht, daß sie existirt. Sie wehrt sich nicht einmal wie das Thier, wenn man sie vernichten will. Die zweckmäßigen Bewegungen, die

die Pflanze macht, die oft höchst wunderbar sind, wie dies namentlich bei den Blüthen der Fall ist, von denen wir bereits anderweitig gesprochen haben*), diese zweckmäßigen Bewegungen gehen in diesen Wesen noch unbewußter vor, als bei den Thieren. — Wenn man also diese Bewegungen auch mit dem Namen Instinkt belegen will, so lohnt es sich nicht, über diese Anwendung eines Wortes zu streiten; genug, wenn wir wissen, daß zwischen dem, was das Thier instinktmäßig thut, und dem, was die Pflanze bewußtlos Zweckmäßiges thut, ein gewisser Unterschied vorhanden ist, obgleich es nicht leicht ist, diesen Unterschied ganz genau und scharf zu bezeichnen.

Hat der Mensch Instinkt?

Gewiß. — Es wird dies von Allen angenommen. Man muß auch zugeben, daß er Dinge von außerordentlicher Zweckmäßigkeit verrichtet, ohne zu wissen, warum er so thut. Das Kind versteht das Saugen, wenn es geboren ist, so vollständig, daß es dies besser verrichtet, als der weiseste Mensch, der es durch seinen Scharfsinn erfinden wollte; und das Kind weiß nicht was es thut, ja es weiß nicht einmal, daß es so thut. Im Schlaf macht der Mensch die zweckmäßigsten Bewegungen, legt sich von einer Seite, wenn er lange darauf gelegen hat, auf die andere, dreht sich, wenn er auf der oberen Seite kalt geworden ist, um und legt sich darauf, um sie so zu erwärmen. Ja, selbst im Wachen verrichtet er tausend Dinge nach den Gesetzen der höchsten Zweckmäßigkeit, nicht nur ohne daran zu denken, sondern auch ohne davon zu wissen, daß er es thut. Beim Gehen allein werden so außerordentlich viel zweckmäßige Bewe-

*) Aus dem Reiche der Naturwissenschaft. Erstes Heft. Berlin bei Franz Duncker. 1853.

gungen unbewußt gemacht, daß die drei Brüder Weber sich ein unsterbliches Verdienst um die Naturwissenschaft erworben haben durch ihr Werk, welches über die Gesetze des Gehens handelt. Und doch geht der unwissendste Mensch eben so richtig wie die drei berühmten Professoren selber, durch nichts belehrt als durch den Instinkt.

II. Unterschied des Instinkts der Pflanze und des Thieres.

Wie wir in dem vorigen Artikel gezeigt haben, kann man im Allgemeinen und Großen wohl sagen, daß das ganze Reich der lebendigen Natur von einem Triebe der Erhaltung und der Zweckmäßigkeit zu neuer Thätigkeit angeregt wird, daß demnach sowohl Pflanzen wie Thiere und Menschen von einem Instinkt im Allgemeinen beherrscht werden, der sie zwingt oder anleitet, Dinge zu thun, die zu ihrem Wohl oder ihrer Erhaltung nothwendig sind. Man könnte hiernach wohl annehmen, daß das ganze Leben auf dem Rund der Erde instinktmäßig sei. Indessen bei einer nähern Betrachtung der Sache wird man einen wesentlichen Unterschied in den Trieben zur Erhaltung leicht einsehen, und man wird das, was in der Pflanze vorgeht, von dem, was im Thiere vorgeht, genauer unterscheiden können.

Die Pflanze hat kein Bewußtsein, sie hat also auch keinen Willen. Alles, was sie Wunderbares thut, geschieht, ohne daß sie es weiß, ohne daß sie es will. Wenn z. B. die Staubfäden einiger Wasserpflanzen während der Blüthe sich hoch emporrichten aus dem Wasser, um den befruchtenden Staub hinabfallen zu lassen, damit er zu den weiblichen Theilen der Blüthe gelange, wenn diese

Pflanze direkt zu diesem Geschäft hinaufsteigt aus dem Wasser, weil sie unter dem Wasser nicht im Stande wäre, das Geschäft der Befruchtung auszuführen, so liegt offenbar darin eine Handlung, die einen Willen voraussetzt; aber dieser Wille liegt nicht *in der Pflanze*. Er liegt offenbar in einer Anordnung, die für die Naturwissenschaft bis jetzt verborgen ist, aber die jedenfalls die Pflanze als reines bewußtloses und willenloses Werkzeug benutzt zu einem Geschäft, bei dem die Pflanze selber ganz gleichgültig ist.

Anders ist es bei dem Thiere. Es führt durch den Instinkt Dinge aus, zu welchem der *Wille* des Thieres gehört. Das Thier macht hierbei Bewegungen, die es, wenn es frei wäre, eben so gut würde thun oder lassen können. Das Thier thut das, was es instinktmäßig thut, mit einer gewissen Lust; es räumt Hindernisse, die sich der Ausführung seines Triebes in den Weg stellen, mit großer Beharrlichkeit aus dem Wege, ja das Thier wendet List, Gewandheit und oft ganz ungewöhnliche Ueberlegung an, um den Instinkt befriedigen zu können. Man kann also nicht anders sagen, als daß das Thier in seinem Instinkt eine Energie des Willens zeigt und freiwillig in der Befriedigung des Triebes thätig ist, was bei der Pflanze gar nicht der Fall ist.

Man sieht nun hieraus, daß zwar der Naturtrieb, der in den Pflanzen thätig ist, dem sehr ähnlich ist, der in den Thieren zum Vorschein kommt; allein es liegt ein Hauptunterschied darin, daß die Pflanze ein willenloses Werkzeug, das Thier ein mit Willen begabtes, nur von dem Naturtrieb geleitetes Wesen ist. — Im speziellen Sinne nimmt man daher nur den Instinkt der Thiere als den richtig als solchen zu bezeichnenden an, während man das,

was in den Pflanzen vorgeht, mit dem Namen „Trieb“ bezeichnet.

Hierdurch aber wird etwas von dem Räthselhaften, das im Instinkt liegt, theilweise erklärlicher.

Durch die ganze Natur geht ein gewisser Trieb des Lebens, der fortwährend schafft und wirkt sowohl in den Steinen wie in den Pflanzen, wie in den Thieren. In der schaffenden Hand dieses Lebenstriebes entwickelt sich Alles, was da ist. Derselbe Lebenstrieb, der die Pflanze zum Wachsen zwingt, so lange die Bedingungen ihres Wachsthums vorhanden sind, derselbe Trieb treibt den Menschen wie das Thier zum Athmen, zum Verdauen, zum Schlafen, zur Bewegung wie zur Ruhe. Dieser Trieb ist so allgemein, so verbreitet durch die ganze Natur, daß wir zwar im höchsten Grade dahin zu streben haben, ihn in seinen Ursachen genauer kennen zu lernen; aber weil wir ihm eben allenthalben begegnen, sind wir von seinem Wirken weniger überrascht, und ist seine Betrachtung für uns gemeinhin weniger interessant.

Was uns aber beim Instinkt, der nur ein Theil dieses großen Lebenstriebes ist, so sehr anzieht und interessirt, ist das Räthselhafte, das er hat, indem man bei ihm stets im Zweifel bleibt, wie weit er bewußt, und wie weit er bewußtlos beim Thier zum Vorschein kommt?

Sehen wir eine Pflanze, z. B. wie sie ihre Blätter nach der Sonne wendet, so wissen wir, daß dies ein Theil des Lebenstriebes ist, der die ganze Welt durchpulst und in der Pflanze thätig ist, aber nicht aus der Pflanze herstammt. Sehen wir dagegen die Spinne ihr Netz ziehen, so interessirt es uns darum viel lebhafter, weil wir in hohem Grade zweifelhaft sind, wie weit dies ein Werk

des allgemeinen Lebenstriebes oder wie weit es ein Werk des Willens dieser Spinne ist.

Es liegt ein tiefes Räthsel in solchen Erscheinungen, ein Theil des größern Räthsels über die Grenzen der Freiheit und der Nothwendigkeit, das schon durch Jahrtausende die bedeutendsten Philosophen beschäftigt hat. — Allein da wir hier nicht Philosophie, sondern nur ein wenig Naturwissenschaft treiben wollen, müssen wir es mit dem bisher Gesagten genug sein lassen.

III. Der natürliche und durch Beispiel geweckte Instinkt des Thieres.

Man muß im Allgemeinen beim Instinkt der Thiere unterscheiden zwischen dem, was die Natur sie lehrt, und dem, was der Mensch sie verrichten läßt.

Was die Natur das Thier lehrt, bringt das Thier mit zur Welt, es gehört mit zum Wesen des Thieres, und bedarf das Thier keine Zeit, um sich dazu fähig zu machen. Sobald sich bei dem Thiere die Gelegenheit darbietet seinen Instinkt zu befriedigen, ist es auch sofort sich seiner Kraft bewußt, daß es dies verrichten könne.

Legt man einem Huhn Enteneier unter und läßt sie von demselben ausbrüten, so ist es ein höchst überraschender Anblick, zu sehen, wie die jungen Entchen ihrer Stiefmutter folgen und gehorchen, und wie sie mit der kindlichsten Anhänglichkeit ihrer Pflegerin anhangen; aber wenn die Pflegerin sie in die Nähe eines Wassers bringt, eilen die Enten mit voller Sicherheit hin, um sich im Wasser zu baden und auf demselben umherzuschwimmen, und achten weder auf das Rufen noch auf die Angst der Pflegerin, die am Ufer ängstlich umherläuft und mit kläglicher

Stimme sie auf das Trockene lockt. — Man sieht bei solcher Gelegenheit, daß das Huhn sich der Gefahr bewußt ist, die das Wasser ihm bringen würde; das Huhn kann nicht schwimmen und will deshalb auch nicht schwimmen. Die jungen Enten, die sonst sorgsam jede Todesgefahr meiden, begeben sich auf das Wasser, weil eben die Natur ihnen keine Scheu vor dem Wasser einflößt. Im Huhn aber, das sie angstvoll zurückruft, geht offenbar noch etwas mehr vor als der bloße Trieb, etwas zu thun oder zu lassen. Bei diesem stellt sich eine geistige Thätigkeit ein, eine Sorge, eine Angst, die offenbar nur daher rührt, daß es sich seine Brut in Lebensgefahr vorstellt. Hier also begegnen wir sogar schon einer Vorstellung, einem Denken.

Man kann schon bei einem solchen Falle Vielerlei über den Instinkt der Thiere lernen, und es giebt solch' ein einfacher in jedem Bauernhofe gewöhnlicher Vorfall reichlichen Stoff zum Nachdenken; für jetzt indessen wollen wir uns nicht weiter dabei aufhalten, sondern aus der einen Thatsache, daß die Entchen mit Sicherheit schwimmen, ohne es je gesehen zu haben, den Schluß ziehen, daß der Instinkt das, was er lehrt, nicht durch das Beispiel, sondern ursprünglich dem Thiere beibringt, so daß man sagen muß, das Thier werde mit seinem Instinkt und seinen Fähigkeiten geboren.

Anders verhält es sich mit dem, was der Mensch das Thier lehrt. Durch Zwang, durch Beispiel, durch veränderte Lebensweise vermag der Mensch dem Thiere seinen natürlichen Instinkt zu benehmen und ihm Fähigkeiten anzulehren, die oft bis zu einem hohen Grade geistigen Verständnisses sich steigern. Ein gutdressirter Hund versteht außerordentlich viel von dem, was sein Herr ihm sagt; unterscheidet zwischen Freund und Feind seines Herrn,

merkt vortrefflich, wenn der Herr auf ihn böse ist, versteht ihm zu schmeicheln, sucht ihn zu erheitern, wenn er mißmuthig ist. Es ist indessen doch Uebertreibung, wenn man behauptet, daß der Hund von dem Seelenzustande seines Herrn einen ganz richtigen Begriff hat, und oft ein feineres Gefühl dafür an den Tag legt als mancher Mensch. Wenn Derartiges vorzukommen scheint, so geschieht es ohne allen Zweifel auch nur in Folge eines Instinkts, eines dem Hunde angewöhnten Bedürfnisses, in einem gewissen Verhältniß zu seinem Herrn zu leben. Er erwartet, gewöhnt daran, daß der Herr ihn rufe, zu ihm spreche, mit ihm spiele; geschieht dies nicht zur Zeit, so treibt es ihn, die Unterhaltung zu beginnen, und dadurch erheitert, ermuntert er den mißgestimmten Herrn, nicht weil er diesen erheitern will, sondern aus eignem angewöhnten Bedürfniß, sich selber zu erheitern und aufzumuntern.

Genug, wenn wir sehen, daß die Thiere durch Menschen in ihren Instinkten wesentlich verändert, in ihren Bedürfnissen umgewandelt werden können, so daß sie zu den menschlichen Verhältnissen passend abgerichtet werden und dadurch den Charakter einer Kultur erhalten, der sich dann oft forterbt und aus der gezähmten Gattung ein ganz anderes Wesen macht, als sie, in der Wildniß fortlebend, auf sich selber angewiesen, geworden sein würde. Ein solches Thier verliert daher oft Naturinstinkte und Fähigkeiten, ja, es scheint fast, als ob die Natur selber dem Thiere gar nicht mehr jenen Instinkt gewähre, den sie ihm sonst mit der Geburt gab. — So verliert manche Hauskatze nebst ihrer Nachkommenschaft die Fähigkeit und die Lust Mäuse zu fangen, wenn sie nicht vom Hunger dazu getrieben wird, und verwandelt sich in ein wirklich zahmes Hausthier, das nur auf Augenblicke noch

durch einen spielenden Sprung etwas von seiner alten Raubthier-Natur verräth.

Wir werden die Instinkte und Fähigkeiten beider Gattungen hier vorführen, und sowohl das Thier im Naturzustande wie in dem vom Menschen künstlich erzeugten Kultur-Zustande betrachten; für jetzt jedoch wollen wir nur zur Charakterisirung dieser Unterschiede noch Folgendes sagen:

Wenn ein Thier durch Zähmung in seinem Wesen eine wirkliche Kultur annehmen soll, so muß ihm die Natur Eines ursprünglich verliehen haben, ohne welches die Zähmung nicht gelingt, und dies Eine ist: der Gesellschaftstrieb.

Alle Thiere, die diesen Trieb besitzen, die in der Wildniß in Gemeinschaft mit ihres Gleichen leben, sind zähmungsfähig, können in menschenfreundliche Hausthiere umgewandelt werden, und einen höhern Grad von Verständniß menschlicher Zustände annehmen. Solche Thiere jedoch, die von Natur und in der Wildniß nur auf sich selber angewiesen sind, die nicht in Gemeinschaft leben, können zwar, wie man das in Menagerien sieht, abgerichtet und bis zu einem gewissen Grade in ihrer Wildheit gemäßigt, ja für ihren Wärter sogar umgänglich werden; allein zu einer wirklichen Zähmung bringt man es bei denselben nicht. Und hierfür ist ein Vergleich der Hauskatze mit dem Haushund ein gutes Beispiel. Die Katze, in der Wildniß nie in Gemeinschaft lebend, ist nie wirklich gezähmt, sie führt selbst im Hause immer noch ein halbwildes Leben, während der Hund, in der Wildniß in Gemeinschaft lebend, stets das Muster eines gezähmten und nützlichen Hausthieres wird.

IV. Die bestimmten Zwecke des Instinkts.

Wir wollen nunmehr die Instinkte der Thiere betrachten, die ihnen die Natur selber mitgegeben hat, als einen wesentlichen Theil ihres Lebens und als Bedingung ihrer Erhaltung.

Die Instinkte der Thiere lassen sich nach folgenden Zwecken ordnen:

1) zur Erreichung ihrer Nahrung oder zur Erlangung ihrer Beute;

2) zur Aufbewahrung derselben für die Zeit der Noth;

3) zur Erbauung einer Wohnung, woselbst sich das Thier zurückzieht, wenn ihm die Witterung feindlich ist oder ein Feind ihm nachstellt;

4) im Erkennen seines Feindes und jeder Art von Todesgefahr;

5) in der Vorsorge für die Erhaltung der Nachkommenschaft;

6) in der Sorge für die Erziehung der Jungen;

7) in dem Gesellschaftstrieb, in welchem sich große Massen von Thieren einer Gattung zur Führung eines geselligen Lebens einrichten;

8) in dem Wandertriebe, welcher Thiere bestimmter Gattung oft zu höchst wunderbaren weiten Reisen, aus einem Welttheile zum andern, veranlaßt.

In Befriedigung dieser Instinkte kommen nun so mannigfaltige außerordentlich reiche, interessante Erscheinungen an den Tag, daß des Staunens und Verwunderns hierüber in der That kein Ende ist. Oft erscheinen diese Instinkte als vollkommene Kunstfertigkeiten oder als Produkte geistigen Nachsinnens; oft kann man sich des Gedankens nicht erwehren, daß menschliche Gefühle, menschliche Fürsorge, menschliche Zärtlichkeit, menschliches Mitleid

in hohem Grade bei den Thieren obwaltet; öfter aber noch hat man Gelegenheit zu bewundern, wie die Natur einem Thiere Triebe eingepflanzt hat, deren Zweck das Thier auch nicht im Entferntesten ahnt und ahnen kann, denn es verrichten viele Thiere Werke, nicht für sich, sondern für eine Nachkommenschaft, die sie nicht kennen, die sie nie gesehen haben, noch jemals sehen werden.

Der Instinkt, mit welchem die Thiere ihrer Nahrung oder ihrer Beute nachgehen, ist oft wunderbar genug. Das Raubthier folgt meist dem Geruche, und sein Geruchssinn ist so fein ausgebildet, daß er auf unglaublich weite Strecken hin ihm verkündet, wenn ein Thier naht, das ihm zur Speise dienen kann. Die Thiere sind sich dieser Eigenschaft so bewußt, daß sie immer gegen den Wind auf Raub ausgehen, damit der Wind ihnen den Geruch ihrer Beute zuführe, niemals aber ihrer Beute Nachricht bringe, daß ihnen Gefahr naht. Der Löwe, der Tiger, der Leopard, die Hyäne, der Wolf, der Fuchs, wie alle Thiere, die auf lebende Beute angewiesen und von der Leibesbeschaffenheit sind, daß sie nicht allzulanges Fasten vertragen, sie alle sind mit dem feinen Geruchssinne begabt, der ihnen die Spur ihrer Beute durch die Luft verräth, und sie alle wissen dies so zu benutzen, daß sie auf ihrem Auszuge nach Beute stets dorthin gehen, wo der Wind herkommt.

Interessanter aber noch ist die Betrachtung der Thiere, die zu schwach sind, um vom offenen Raube leben zu können, denen aber die Natur als Ersatz einen schlauen Kunstsinn mitgegeben hat, um sich durch List und Fallen ihre Beute einzufangen.

Die Art und Weise, wie die Spinne ein feines Gewebe aus einer klebrigen Flüssigkeit ihres Leibes ausspinnt, die Emsigkeit, mit welcher sie das Netz ausbreitet, die

Kunstfertigkeit, mit welcher sie regelmäßig Fädchen an Fädchen knüpft und ein Geflecht zu Stande bringet, das keine Menschenhand nachahmen kann, die Schlauheit, mit welcher sie sich dann zurückzieht auf einem langen Faden, um daselbst den Zeitpunkt abzuwarten, wo ein Insekt, eine Fliege dieses Netz berührt und daran kleben bleibt, die Ruhe, mit welcher die Spinne harrt, bis das Insekt in seiner Todesangst weiter um sich gegriffen und sich dadurch nur noch mehr in die Fäden verstrickt hat, die Eile, mit welcher die Spinne jetzt hervorstürzt, und die Fertigkeit, mit welcher sie das wehrlos gewordene Insekt nun erst mit einem feinen dichten Netz umspinnt und um und um bewickelt, um es mit Ruhe tödten und verzehren zu können, all' das hat wohl Jeder bereits selber zu beobachten Gelegenheit gehabt. Wir wollen daher einige andere Beispiele vorführen, wie Thiere durch List sich ihrer Beute bemächtigen, die sie mit Gewalt nicht erlangen könnten.

V. Instinktmäßige List der Thiere.

Zu den interessantesten Erscheinungen, wie der Instinkt ein schwaches Thierchen lehrt, sich der stärkeren Thiere durch List zu bemächtigen, um sie als Beute zu verzehren, gehört die Art, wie die Larve des Ameisenlöwen die schnellern Ameisen einfängt.

Der Instinkt lehrt dieses Thierchen, das sich nur äußerst langsam und mit Mühe fortbewegen kann, eine wirkliche Falle graben, in welche die Ameisen stürzen, und die Art und Weise, wie dies die Falle anlegt und unvorhergesehene Hindernisse hinwegräumt, ist so interessant, daß wir eine nähere Beschreibung davon geben wollen.

Die Larve beginnt damit, daß sie den Boden un-

tersucht, wo sie ihre Falle anbauen will. Meist wählt sie ihn dort, wo sie eine Passage von Ameisen oder anderer kleiner Insekten vermuthet. Scheint ihr der Boden geeignet, so beginnt sie damit, einen Zirkel auf demselben zu ziehen, der den Rand der Grube darstellt, in die ihre Beute hinabstürzen soll. Sodann begiebt sie sich in die Mitte des gezogenen Zirkels und beginnt von hier aus zu graben, wobei sie sich des einen Fußes als Schaufel bedient. Die ausgegrabene Erde legt sich das Thierchen auf den Kopf, und durch einen heftigen Ruck wirft es dieselbe so weit, daß die Erde noch ein paar Zoll über den gezogenen Kreis hinausfliegt, damit das Thier nicht nöthig hat, die bereits ausgegrabene Erde wieder fortzuschaffen. Ist nun die Vertiefung im Mittelpunkt gemacht, so rückt das Thier ein wenig weiter und gräbt immer rückwärts schreitend und stets denselben Fuß als Schaufel gebrauchend, einen kreisrunden Graben um den Mittelpunkt, so daß es die Grube immer mehr und mehr erweitert, und so fährt das Thier stets fort, indem es immer die Erde weit hinauswirft über den Kreis der ganzen Grube, bis endlich die Grube tief und weit genug für den beabsichtigten Zweck ist. Sehr oft trifft das Thier im Verlauf der Arbeit auf einen Stein, der seiner Arbeit hinderlich und seiner Falle schädlich werden kann. Es fährt indessen in der Arbeit fort, indem es den Stein umgeht; kehrt aber nach vollendetem Werke zu dem Steine zurück und entwickelt nun eine wunderbare Anstrengung und Ausdauer, um den Stein auf den Rücken zu laden und hinauszuwerfen; vermag es dies nicht, so enschließt es sich ungern dazu, den Stein langsam hinauszuschieben, weil dies eine Furche und eine theilweise Verschüttung der Grube herbeiführt. Hat es aber den Stein in der einen oder andern Weise aus der Grube gebracht, so stößt oder

schiebt es ihn weit ab vom Rande, damit der Stein nicht einmal hinabrolle und in die Grube falle. Nur wenn alle Mühe, den Stein fortzubringen, vergebens ist, giebt das Thier den Bau auf und beginnt an einer andern Stelle einen neuen.

Ist aber der Bau glücklich vollendet, so gräbt sich das Thier auf dem Boden der Grube halb ein, nimmt ein wenig lose Erde und Sandkörnchen auf den Kopf und wartet nun geduldig, bis eine Ameise oder ein anderes Thierchen dieser Art in die Grube hinabstürzt. Ist dies der Fall, so wird es sofort ergriffen und ihm das Blut ausgesogen; stürzt das Schlachtopfer aber nicht bis hinab, sondern versucht sich auf halbem Wege zu halten und macht Anstalt, sich durch die Flucht zu retten, so wird es mit Erde und Sand, die bereit gehalten sind, beworfen und derart betäubt, daß es sicherlich nun hinab und in seinen Tod stürzt.

Zu den gewöhnlichen Listen der Thiere beim Ergreifen ihrer Beute gehört das leise Herbeischleichen und der plötzliche Ueberfall, und gerade solche Thiere besitzen diese List in hohem Maße, die zu befürchten haben, daß sich ihr Opfer ihnen durch die Flucht entziehen werde. Sie verstehen ihm aufzulauern und es plötzlich unversehens zu überfallen. Als ein furchtbares Beispiel dieser Art ist die entsetzliche Schnelligkeit und Geräuschlosigkeit bekannt, mit welcher Krokodille Menschen von den Kähnen ins Wasser hinunterreißen. Dies geschieht zuweilen so unversehens, daß die Gefährten des Unglücklichen keinen Schrei vernehmen und ihn erst dann vermissen, wenn er bereits in die Tiefe hinabgerissen worden ist.

Zu den interessanten Fällen, wie sich Thiere einer Fertigkeit und einer List bedienen, um ihrer Opfer habhaft zu werden, gehören noch folgende zwei Thatsachen, die

von Beobachtern festgestellt sind. Im Ganges-Strom giebt es einen Fisch, dem man den Namen Schütze beigelegt hat, und der sich von Insekten nährt; da er diese nicht verfolgen kann, schleicht er ihnen nahe, wenn sie auf den Uferpflanzen sitzen, und schleudert plötzlich Wassertropfen nach ihnen, damit sie herabfallen und ihm zur Beute werden. — Noch interessanter ist es, wie der Hummer, eine sehr große Krebsart, die in Meeren lebt, sich der Austern bemächtigt. Die Auster bewegt sich im Wasser dadurch, daß sie ihre Schalen mit außerordentlicher Geschwindigkeit öffnet und zusammenklappt. Der Hummer, der die Auster fangen will, würde schlimm ankommen, wenn er versuchen wollte, seine Fangscheere zwischen die Schalen zu stecken, da die Auster mit so außerordentlicher Kraft die Schalen zu schließen versteht, daß der Räuber ihr Gefangener werden würde. Er bedient sich deshalb der List, im Augenblicke des Oeffnens einen Stein zwischen die Schalen zu stecken, so daß sie sie nicht schließen kann und die Auster seine Beute wird.

Aber auch bei der Vertheidigung ihres Lebens werden die Thiere von wunderbaren Instinkten belehrt. Der Affe, der von einer Schlange angefallen zu werden fürchtet, ergreift einen Stein, springt blitzschnell hinzu und schlägt ihr das Gehirn entzwei. Der Instinkt sagt ihm also, daß dies die einzige Stelle ist, wo er die Schlange tödtlich treffen kann.

VI. Instinktmäßige Wahl der Nahrungsmittel.

Wir haben noch eines allgemeinen, allen Thieren eignen Instikts in Bezug auf die Nahrung zu erwähnen, bevor wir zu dem besondern Triebe kommen, der in der Ansammlung von Vorräthen besteht, welche viele Thiere vornehmen.

Die Thiere sind mit einem besondern Erkennen aller der Speisen begabt, die für sie förderlich sind, und ein eigener Trieb hält sie ab, schädliche Speisen zu sich zu nehmen. Was der Mensch selbst beim aufmerksamsten Beobachten seiner Natur und nach mannigfachen Erfahrungen nicht entschieden gewahr wird, das ist jedem Thiere ohne Weiteres gegeben. Der Mensch genießt mannigfache Speisen, von denen es zweifelhaft ist, ob sie ihm dienlich sind; beim Thiere kommt dies nicht vor, und noch weniger kann man sagen, daß irgend ein Thier im Naturzustande im Verzehren von Speisen so unmäßig ist, sich Krankheiten durch Zuvielessen zuzuziehen.

Dieser Instinkt der Thiere erstreckt sich nicht auf die Nahrungsmittel allein, sondern auch auf alle Dinge, die sie zum Lebensunterhalt bedürfen und die man nicht als Speisen bezeichnen kann. Es ist bekannt, wie sehr die Tauben es lieben, den Kalk von den Wänden abzuessen, wie viel Sand die Hühner mit ihren Körnern mit verzehren. Diese Stoffe, die zur Erhaltung der Knochen und zur Bildung der Eierschalen dieser Thiere nothwendig sind, werden also, obwohl sie keine eigentlichen Nahrungsmittel sind, von denselben aufgesucht und verzehrt, und es leitet sie hierbei ein Instinkt, der in der ganzen Thierwelt allgemein herrschend ist.

Der Widerwille der Thiere gegen ihnen schädliche Speisen ist so groß, daß viele von ihnen lieber verhun-

gern, ehe sie Speisen genießen, zu denen ihnen die Natur nicht die Neigung verliehen hat, während es fest steht, daß verhungernde Menschen Dinge verschlingen, die nicht eine Spur eines Nahrungsstoffes für sie darbieten.

Nur in einzelnen Fällen findet sich bei den Menschen ein ähnlicher Trieb ein, der ihnen einen sonderbaren Appetit auf Dinge verleiht, die ihnen sonst als Speisen widerstreben würden. Man will diese Fälle in Krankheiten beobachtet haben, sicher aber findet dies in der Schwangerschaft der Frauen statt, während welcher sie oft unwiderstehlichen Appetit haben, Dinge zu verzehren, die ihnen sonst widerwärtig sind. Daß dieser Appetit, der oft von einer Verstimmung des Nervensystems herrührt, immer von einem richtigen Naturinstinkt geleitet ist, läßt sich zwar mit Sicherheit nicht behaupten, indessen ist es bekannt, wie schädlich oft die Versagung des Begehrten auf die Frauen einwirkt, und wie in den meisten Fällen die Gewährung nicht von den zu vermuthenden schädlichen Folgen begleitet ist, ja der oft vorkommende Appetit der Schwangern nach Kreide und Kalk hat einen richtigen Grund in der Nothwendigkeit dieser Stoffe für die zu bildenden Knochen des Kindes.

Merkwürdig ist es, daß das Thier nur dann so außerordentlich vom Instinkt begünstigt ist, wenn es im Naturzustande verbleibt, während sich kultivirte Thiere wohl von der Leckerei verleiten lassen, zu viel oder Schädliches zu essen. Eben so findet der Widerwille der Thiere gegen Gifte nur dann statt, wenn die Gifte im Naturzustande sind, wogegen unzählige Beispiele beweisen, daß künstlich vergiftete Speisen auch von Thieren genossen werden, ohne daß der Instinkt sie davon zurückhält.

Aus solchen Fällen nimmt man am entschiedensten wahr, wie der natürliche Instinkt nur mit dem Naturzu-

stande harmonirt, und wie beim Hinausgehen aus dem Naturzustande die vorsorgliche Leitung der Natur aufhört.

VII. Instinkt zum Sammeln und Aufspeichern der Nahrungsmittel.

Der Trieb vieler Thiere, Speisen zu sammeln und aufzubewahren, ist nicht minder interessant als räthselhaft. Unmöglich kann dies von der Vorsorge der Thiere für nahrungslose Zeiten herrühren, denn selbst junge Thiere, die noch nie einen Winter erlebt haben, sammeln für die kommende Zeit des Winters Speisen ein. Auch Thiere, die in wohlversorgtem Gewahrsam unter der Obhut der Menschen leben, haben die Neigung, von den Speisen, die sie erhalten, Mehreres aufzubewahren, und zwar geschieht dies in der Jahreszeit, wo die Thiere dieser Art im Freien den Vorrath anzulegen beschäftigt sind. — Wir werden weiterhin noch einen hiermit verwandten Trieb erwähnen, der die Sorge für die Nahrung der Nachkommenschaft betrifft, ein Trieb, der um so wunderbarer ist, als er auch bei Thieren vorkommt, die niemals ihre Jungen sehen, weil diese erst im Frühjahr aus den Eiern kriechen, nachdem die Alten längst im Herbst gestorben sind.

Zu den bekanntesten Thieren, die den Instinkt zum Ansammeln von Speisen besitzen, gehört das Eichhörnchen, dessen possirliche Manier und Behändigkeit sprichwörtlich ist. Mit einer Lebendigkeit sonder gleichen ist dies Thierchen im Herbst damit beschäftigt, Nüsse und Eicheln in hohlen Bäumen aufzusammeln. Meisthin begnügt sich das Thierchen nicht mit einem einzigen Magazin, indem dies durch einen Unfall, wie einen Umsturz des Baumes oder durch die Raubgier eines Feindes verloren gehen kann; es legt daher mehrere Magazine an verschiedenen Stellen

an, und obwohl die Landschaft im Winter sehr verändert ist in ihrem Aussehen gegen die Landschaft in der Herbstzeit, weiß es dennoch mit großer Sicherheit die Nothmagazine aufzufinden, sobald es seine Zuflucht zu denselben nehmen muß.

Ein wunderbares Beispiel dieser Art giebt die Hasenmaus, ein Nagethier, unserm Kaninchen ähnlich, das in Sibirien einheimisch ist. Sie sammelt sich nicht nur die Kräuter zu ihrer Nahrung für den Winter, sondern läßt sie auch dörren in der Sonne, gerade so wie es die Bauern mit dem Heu machen, und bringt sie dann in eine Art Schober zusammen, wo sie vor Regen und Schnee bewahrt bleiben. Zuletzt gräbt die Hasenmaus Gänge von jedem Schober bis nach ihrer Wohnung, so daß sie im Winter ihre Speisemagazine mit großer Bequemlichkeit besuchen kann.

Indem wir von dem Ansammeln von Nahrung solcher Thiere, die in großer Gemeinschaft leben und deshalb kunstvolle Einrichtungen in ihren Wohnungen und Vorrathskammern treffen, später sprechen werden, wollen wir hier nur noch einiger Thiere erwähnen, die vom Instinkt getrieben werden, Schätze von Speisen anzusammeln und sie in eigens dazu hergerichteten Wohnungen zu verbergen.

Ein Beispiel dieser Art ist der Hamster, ein kleines, der Ratte sehr ähnliches Thier, das auf allen Feldern lebt. Der Eifer des Hamsters zum Einsammeln von Speisen ist sprüchwörtlich; das Thierchen baut sich aber zu diesem Zweck eine Wohnung, die zugleich einen so bequemen Aufenthalt darbietet, wie er sich für ein so gut versorgtes reiches Thier ziemt. Der Hamster gräbt seine Wohnung unter der Erde aus, und zwar wie eine herrschaftliche Wohnung mit zwei Ausgängen. Der eine, der

zum Ein- und Ausgehen bestimmt ist, liegt senkrecht, der andere, der dazu dient, um Erde oder andere überflüssige Dinge aus der Wohnung hinauszuschaffen, führt schräg nach der Oberfläche der Erde. Beide Gänge aber führen in eine Reihe von Höhlen, die mit großer Zierlichkeit rund gewölbt, und die unter einander durch einen schmalen Gang wie eine Gallerie verbunden sind. Eine dieser Zellen enthält ein Bette von trockenen Kräutern und ist die eigentliche Wohnung des reichen Hamster, die andern Höhlen dienen als Vorrathskammern und enthalten stets so viel, daß das Thier die längsten Winter des Nordens überdauert.

Nicht alle Thiere aber, denen im Winter die Ernährung schwer wird, haben den Instinkt, sich Speisen anzusammeln. Es hat ihnen vielmehr die Natur einen andern Instinkt verliehen, durch welchen sie im eignen Körper eine Art Speicher anlegen, und der sie leitet, einen solchen Reichthum von Nahrung in der Zeit des Sommers zu sich zu nehmen, daß sie den ganzen Winter, welchen sie schlafend zubringen, daran zehren und ihren Körper damit erhalten. Während dieses Schlafes lebt und athmet das Thier; nur ist das Leben ein sehr zurückgezogenes, denn das Blut circulirt nur äußerst langsam und der Athem wird fast unmerklich. Es findet daher bei diesen Thieren in der Schlafenszeit ein äußerst schwacher Stoffwechsel statt, und es reicht das Fett, mit welchem sie sich hinlegen, aus, um das Lebenslicht spärlich zu erhalten, bis dann die Wärme das Thier wieder erweckt, ihm aber auch zugleich neue Nahrung bietet.

Die Thiere, die den Winter schlafend zubringen, legen sich deshalb außerordentlich fett zu Bette, und stehen vollständig abgemagert wieder auf. Sie haben die Vorrathskammer in sich selber. Das bekannteste dieser

Thiere ist das Murmelthier, welches man in den Alpen findet und das Savoyardenknaben in ihren Höhlen aufsuchen, woselbst sie schlafend liegen. Durch Erwärmen erwacht das Thier wieder vollständig, und wenn es in der Wärme verbleibt, so hat es seine ganze Munterkeit wieder und läßt sich leicht zu jenen kleinen Kunststücken abrichten, die die Savoyardenknaben hauptsächlich in Frankreich auf den Straßen zeigen. — Nicht minder ist der Bär bekannt, der gleichfalls den Instinkt hat, im Sommer viel Fettvorrath im Körper anzusammeln, und den Winter in einer Höhle schlafend zuzubringen und vom eignen Fett zu zehren.

Der Trieb vieler Thiere, auszuwandern, ist gleichfalls ein Instinkt, der oft mit der Ernährung zusammenhängt. Das Bedürfniß nach Nahrung treibt die Thiere aus kältern Gegenden in warme, woselbst die Nahrung nicht mangelt. Es ist also der Wandertrieb nur ein Ersatz des Instinkts, Nahrung anzusammeln, sei es in künstlichen Vorrathskammern, sei es im eignen Körper. Es kommen indessen beim Instinkt der Wanderung so eigenthümliche Erscheinungen hervor, daß wir denselben gesondert betrachten werden.

VIII. Kunst der Thiere bei Einrichtung ihrer Wohnungen.

Zunächst wollen wir die Kunst der Thiere, die nicht in Gemeinschaft leben, vorführen, welche sie bei Einrichtung ihrer Wohnungen an den Tag legen.

Eines der merkwürdigsten Beispiele dieser Art ist die Wohnung einer Gattung von Spinnen, die unter dem Namen Minir-Spinnen bekannt sind. Die Wohnung die-

ser Spinne besteht aus einer Grube, die sie sich in Lehmboden ausgräbt und die wie ein Fingerhut gestaltet ist. Die Wände der Grube verkleidet sie mit einem sehr festen Mörtel; die obere Oeffnung aber, die so groß ist, daß sie jedem Feinde Zutritt gestatten würde, verschließt sie mit einem Deckel, der sich ganz wie eine Fallthür in einer Angel bewegt, und zwar so genau auf die Oeffnung paßt, daß diese Thür als ein Muster für Zimmerleute gelten kann. Die Angel dieser Thiere spinnt die Spinne aus Fäden, die einen Bausch bilden, der an der Thür und dem obern Rande der Grube angebracht ist. Auf der andern Seite, da wo sich an Thüren das Schloß befindet, bringt die Spinne sowohl an der Thür wie an der Wand, an welche dieselbe anschließen soll, eine Reihe kleiner Löcher an, und wenn ein sie verfolgendes Thier die Thür zu öffnen versucht, steckt die Spinne ihre Beine in diese Löcher der Thür und der Wand, und verschließt sie auf solche Art fest genug, um ihres Lebens sicher zu sein.

Der Instinkt der Thiere, sich anzubauen und in irgend einer Weise sich häuslich einzurichten, steht in den meisten Fällen in genauem Zusammenhang mit dem Instinkt, für die Nachkommenschaft zu sorgen. Während das Leben der ältern Thiere nicht mehr so zart ist, daß es des künstlichen Schutzes bedarf, und das erwachsene Thier für sich höchstens für die Winterzeit eine Wohnung einrichtet, ist das Leben des jungen Thieres meist so zart, daß zur Erhaltung desselben eine eigne Einrichtung nöthig wird, und zu diesem Zwecke leitet der Instinkt die ältern Thiere an, eine Wohnung zu bauen für die Jungen, die sie erzeugen sollen.

Allein dieser Instinkt ist in solchem Falle nur ein Theil eines andern Triebes, nämlich der Sorge für die Nachkommenschaft, und diese Sorge ist so außerordentlich

und kommt unter so wunderbaren Erscheinungen vor, daß wir von derselben einige Beispiele anführen müssen.

Die Emsigkeit, welche die Vögel an den Tag legen zum Bau ihres Nestes, ist allbekannt. Mühsam sammelt der Vogel Grashalme, Spänchen, Thon, und bringt sie Stück um Stück zusammen, um ein Nest aufzubauen. Man kann nicht ohne Rührung diesen Fleiß mit ansehen, welchen sie auf die Einrichtung der Wiege ihrer Kinder verwenden. Ein Vogelnest ist immer ein höchst wunderbarer Bau, ist so kunstvoll verwebt und durch einander geschlungen, daß Menschenhände dergleichen nicht in so kurzer Zeit zu Stande bringen könnten. Und all' dies verrichtet der Vogel mit Hülfe des Schnabels und der Füße, die keineswegs zu kunstvoller Thätigkeit vortheilhaft eingerichtet sind. Ist aber das Nest fertig, so bereitet der Vogel ein weiches Lager in demselben durch Stückchen Moos, und beginnt nun Eier zu legen, um sie dann sofort auszubrüten.

Der Instinkt, für Nachkommenschaft zu sorgen, ist so groß, daß die Vögel, sonst so lebhaft und wenig zum Stillsitzen geneigt, wochenlang unbeweglich über den Eiern sitzen, so daß sie kaum mit Gewalt aus dieser Stellung zu bringen sind, und nur vom peinigendsten Hunger getrieben sie auf kurze Augenblicke verlassen. Es ist dies der Beginn eines Familienlebens, das bei den Thieren, so lange die Jungen noch nicht für sich selber sorgen können, von rührenden Zügen begleitet ist. Oft aber zeigt sich schon hier ein Zug des ehelichen Lebens, denn nicht selten übernimmt der Gatte die schwere Sorge, die über den Eiern sitzende Mutter zu ernähren, ihr Speisen zuzutragen, und wenn sie davonfliegen muß, um sich den Durst durch einen Trunk zu stillen, setzt er sich statt ihrer auf die Eier, um diese vor dem Erkalten zu schützen.

Bewunderungswürdig tritt dieses eheliche Leben beim Storch auf. So lange die Störchin über den Eiern sitzt, steht der Storch vor ihr auf einem Bein und harrt bei ihr aus, klappert, vielleicht zu ihrer Unterhaltung, mit dem Schnabel und fliegt nur davon, um für das Weibchen Speise heimzubringen.

Daß im Bau der Nester nicht eine freiwillige Thätigkeit liegt, geht ganz unzweifelhaft daraus hervor, daß jedes besondere Thier angewiesen ist, seine besondere Gattung von Nest zu bauen. Nie lernt ein Vogel durch Beispiele eine andere Art von Nest zu errichten, als ihm die Natur angewiesen hat. Vögel, die man in Bauern gefangen hielt, woselbst sie nie ein Nest, wie es im Freien von ihrer Gattung gebaut wird, gesehen haben, und wo man ihnen künstliche Nester bereitete, die sie auch benutzen, sind ohne Weiteres, sobald man ihnen die Freiheit gab, darangegangen, Nester zu bauen, wie die Natur sie ihnen vorschreibt. Es sind deshalb die Nester charakteristisch für jede besondere Gattung. Während ein Finken-Nest so aussieht wie das andere, unterscheidet es sich wesentlich vom Nest eines Vogels anderer Gattung. Es hat daher jedes Nest eine besondere Eigenthümlichkeit, und einzelne sind für ihren Zweck so bewunderungswürdig angelegt, daß sie das höchste Staunen erregen.

Eines der merkwürdigsten Nester ist das eines kleinen Vogels in Indien, der unserm Dompfaff ähnlich sieht. Der Vogel, der es baut, hat den Namen Baya, und er legt das Nest so an, daß die Affen, Schlangen und Eichhörnchen, die besondern Appetit nach den Eiern und den Jungen haben, dasselbe nicht erreichen können. Zu diesem Zwecke baut der Baya sein Nest am äußersten Ende eines biegsamen Zweiges, der nicht im Stande ist, ein anderes Thier zu tragen. Zu mehrerer Sicherheit aber stellt er

sein Nest nicht aufrecht, sondern baut es in der Gestalt einer länglichen Birne, hängt es mit der Spitze durch sehr künstliche Verschlingungen von Gräsern an den Zweig und läßt den Eingang nicht oben, sondern unten, so daß man nur fliegend hineingelangen kann. Dieses hängende Nest ist von langen Gräsern hergestellt und in zwei Abtheilungen getheilt, in deren einer das Weibchen sitzt und die Eier ausbrütet, während das Männchen die ganze Zeit hindurch in der andern Abtheilung sitzt und seine Gattin durch Gesang unterhält.

Noch interessanter ist das Nest eines kleinen Vogels im Orient, der unsern Grasmücken ähnlich ist. Das Nest besteht aus Blättern des Baumwollen-Baumes, die das Thierchen im wirklichen Sinne des Wortes zusammennäht. Es spinnt mit Schnabel und Beinen wirkliche Fäden aus Baumwolle, sticht Löcher in die Blätter, zieht die Fäden durch und näht so Blatt an Blatt, bis das Nest fertig ist.

IX. Vorsorge der Insekten für ihre Jungen.

Wir haben bereits bei dem Baue der Nester die Sorgfalt der Thiere für ihre Jungen bewundert. Noch wunderbarer tritt diese Erscheinung aber in Geschlechtern der Insekten hervor.

Solche Insekten, die niemals ihre Nachkommenschaft sehen und die niemals ihre Eltern gesehen haben, weil stets die Jungen erst im Frühjahre aus den Eiern kriechen, während die Alten bereits im Herbste starben, auch solche Insekten verrathen eine ungemein große Vorsorge für ihre Jungen und legen die Eier dorthin, wo sie am leichtesten von der Sonne ausgebrütet werden, wie z. B.

Schmetterlinge, die meist an der Sonnenseite der Bäume Eier legen und sie mit einem warmen Gespinnst umgeben, damit sie dort überwintern können. Im Monat August hat man Gelegenheit, diese wunderbare Erscheinung an einem Schmetterling zu beobachten, der bei uns zu den gewöhnlichsten gehört. Es ist ein weißer Schmetterling, den man kurze Zeit, nachdem er aus der Puppe herausgekrochen ist, herumflattern sieht; aber sein Leben ist kurz, es ist nur der Begattung gewidmet, und schon zwei Tage, nachdem das Thierchen die Hülle der Puppe verlassen hat, sieht man es auf allen Landstraßen in großer Masse auf der Sonnenseite der Bäume, woselbst sich das Weibchen niederläßt und Eier legt und über den Eiern auch gleich erstarrt und stirbt. Dort, wo das Weibchen gesessen, bemerkt man leicht eine pelzige braune Erhöhung, etwa so groß wie ein Zweipfennigstück, und nimmt man den Pelz ab, so bemerkt man, daß eine große Anzahl Eier sorglich damit umhüllt war, zum Schutz gegen den Winter, damit der Frühling und die Frühlingssonne die Eier noch unverdorben antreffen möge. Die dann aus den Eiern kriechenden jungen Raupen finden ihre Nahrung sofort in der Nähe, und ahnen nicht die mütterliche Sorgfalt, die die Natur hierbei in den Schmetterling gelegt.

Noch interessanter ist es, wenn man bemerkt, wie manche Insekten ihre Eier mitten in Stoffe hineinlegen, die das Insekt selber weder zum Bau noch zur Speise braucht, die aber der Larve zum Hause oder zur Nahrung dienlich sind, die sich aus dem Ei entwickeln wird.

So legt die bekannte Kleidermotte, ein silbergrauer kleiner Schmetterling, die Eier in Pelzwerk und Wollenzeug. Die kleine Raupe, die dort auskriecht, nagt die Wollen- und Pelz-Fäserchen ab und baut sich aus denselben eine Röhre, in welcher sie wohnt und welche sie ver-

längert und erweitert, sobald sie weiter wächst. Bedenkt man, daß der Schmetterling weder die Kunst versteht, eine solche Röhre zu bauen, noch einer solchen Wohnung bedarf, daß aber dennoch sein Trieb ihn leitet, das Ei dort hinzulegen, wo die künftige Brut, die er nicht sehen wird, das Material zum Bau vorfindet, so hat man Ursache, die Natur selbst von einer Vorsehung geleitet anzunehmen, die im Thiere, einem blinden Werkzeug ihrer Gesetze, wirksam ist.

Bei weitem interessanter noch ist in dieser Beziehung das, was man an einem Käfer wahrnimmt, der den Namen „der Todtengräber“ führt. Dieses Thier legt seine Eier in den verwesenden Körper eines Thieres, damit die Jungen, wenn sie auskriechen, sofort mitten im Aas desselben sich befinden, von welchem sie sich nähren. Legt man nun im Sommer einen todten Maulwurf oder eine todte Maus, einen Vogel u. dgl. auf trockene Erde nieder, so fliegen sofort, vom Geruch angezogen, die Todtengräber herbei, untersuchen die Erde und scharren sie mit ihren kräftigen Vorderbeinen unter der Leiche weg, bis diese einige Zoll tief in die Erde hinein versinkt. Hierauf scharren die Käfer die Erde oben über der Leiche zusammen, und nach vollbrachtem Geschäft begiebt sich das Weibchen sofort hinunter ins Grab, um in den Leichnam etwa dreißig Eier zu legen. Merkwürdig ist folgende Erzählung, die ein zuverlässiger Naturforscher, Clairville, von dem Todtengräber mittheilt:

„Ich trat einst an einem schönen Maitage in meinen Garten bei Winterthur und bemerkte in einem der Wege eine todte Maus ausgestreckt, die sich von Zeit zu Zeit hin und her bewegte. Als ich sie mit dem Stocke umwendete, erblickte ich einen Todtengräber, der ohne Zweifel durch sein Bemühen, dieses Aas zu begraben, jene Be-

wegung bewirkt hatte. Auch ließ er sich durch mich in seinem Vorhaben keineswegs irre machen, sondern fuhr emsig fort, sein Todtengräberamt zu betreiben, welches ihm jedoch, aller Anstrengung ungeachtet, nicht gelingen wollte, weil der Boden festgestampft und zugleich mit grobem Kiessande überschüttet war. Endlich schien er es aufgeben zu wollen, er verließ die Maus und lief eine ziemlich weite Strecke im Wege fort. Nach einigem, wie mir däuchte, ganz zwecklosen Hin- und Herlaufen wendete er sich seitwärts nach einem Gartenbeete. Kaum spürte er hier lockern Boden, als er sofort sein voriges Scharren wieder begann, und da dieses hier weit besser von Statten ging, so sah ich ihn bald geraden Weges nach der Maus zurückkehren, die er nun durch Zerren, Stoßen und Schieben fortbringen zu wollen schien. Allein sein Bemühen war ohne Erfolg, und nach manchem vergebens wiederholten Versuche flog er endlich plötzlich auf und davon. Somit glaubte ich nichts gewisser, als daß er das ganze Unternehmen völlig aufgegeben habe. Allein wie groß war mein Erstaunen, als ich ihn nach wenigen Augenblicken mit drei oder vier andern seines Gleichen zurückkehren sah. Wie verabredet, krochen alle augenblicklich unter den todten Körper, der nachher anfing mobil zu werden, und auf dem Rücken der Käfer zwar langsam, aber geraden Weges nach jenem Gartenbeete sich fortbewegte. Als der sonderbare Leichenzug auf der Stelle, wo der Käfer zuvor gescharrt hatte, angelangt war, ging die Bestattung des Leichnams förmlich vor sich. Immer tiefer senkte er sich in den Boden ein; endlich erschienen sämmtliche Todtengräber auf der Oberfläche, und in großer Schnelligkeit war das Grab bald zugescharrt, worauf sie theils davon flogen, theils aber sich in das Grab verkrochen."

Man muß sich bei Beobachtung des Instinkts der Thiere ganz besonders hüten, dem Thun der Thiere eine Art moralischen Charakter beizulegen. Man wird nur zu oft durch die auffallendsten Thatsachen hierzu verleitet, und hat auch nicht Unrecht, wenn man diesen moralischen Charakter in manchen Zügen erkennt; nur darf man nie vergessen, daß er nicht im Geiste des Thieres vorgeht, sondern in dem großen Geiste der Natur, der im Thiere ohne dessen Selbstbewußtsein thätig ist. Die Sorgfalt der Thiere für die Jungen ist nicht zu verwechseln mit dem beseligenden bewußten Gefühl der Kindes- und der hierzu gehörigen Elternliebe. Man hat Thiere, die auf ganz eigene Art für ihre Jungen sorgen. So z. B. legt der Kukuk wirklich seine Eier in das Nest fremder Vögel, wie der Grasmücken, der Goldammern, der Amseln und anderer Insekten fressender Vögel; und die Brutvögel werden für dieses fremde Kind zärtliche Mütter und versorgen es, obwohl dadurch gerade die eigene Brut dem Untergange entgegengeführt wird. — Es ist nämlich eine Thatsache, daß die wirklichen Jungen der Brutvögel, welche ein Kukuksei ausbrüten, jedesmal dem Tode geweiht sind. Wie einige Naturforscher beobachtet haben wollen, rührt dies daher, daß der alte Kukuk die Eier, die er im fremden Neste vorfindet, zerstört, so daß die Brut nicht auskommt; der berühmte Jenner jedoch, der Erfinder der Pocken-Impfung, hat die Beobachtung gemacht, daß der junge Kukuk die Stiefgeschwister, so wie sie aus den Eiern kommen, mit vielen Kunstgriffen erfaßt und aus dem Neste zu werfen versteht, so daß sie zur Erde stürzen und dort umkommen. Und bei all' dem hört die Pflege des Brutvogels gegen den mörderischen Eindringling nicht auf, und er erfüllt nach wie vor, ohne die eigenen

Jungen zu vermissen, die Mutterpflicht gegen ihn, bis der junge Kukuk das Nest verläßt.

Es ist nicht erklärt, weshalb der alte Kukuk nicht selber das Geschäft der Brütung übernimmt. Man glaubt den Grund darin zu finden, daß das Kukuksweibchen nur alle 4—6 Tage ein Ei legt, und so also, bevor sie zum Brüten käme, die ersten Eier bereits der Fäulniß anheim gegeben wären. Wunderbar aber ist die Beobachtung, die man gemacht hat, daß die Kukuksmutter in der Nähe des Nestes bleibt, in welches sie das Ei gelegt hat und daß der junge Kukuk zur Mutter zurückkehrt, wenn er aus der fremden Pension herauskommt, und sich von der Mutter nun im Fliegen und Einfangen von Insekten und allen übrigen Kukuks-Kunststücken unterweisen läßt.

X. Elterlicher Unterricht der Thiere.

Höchst interessant ist es, diesen Unterricht, wie überhaupt den der Thiere, welchen sie ihren Jungen ertheilen, mit anzusehen. Der Storch und die Störchin lehren mit großer Umsicht und Sorgfalt die Jungen den merkwürdigen Stelzengang, machen es ihnen vor und sehen zu, wenn sie es ihnen nachmachen. Ja, sie beißen das Junge, welches ihre Lehrergeduld auf zu harte Proben stellt und nicht schnell genug die rechte Manier lernt. Das Stehen auf Einem Beine, das Drehen des Kopfes, das Halten der Flügel, alles ist ein besonderer Kursus des Unterrichts. Besonders ungeschickt benehmen sich die Vögel beim ersten Fliegen; und hier ist die Geduld der Alten bewunderungswürdig. Der Storch und die Störchin machen gleichzeitig die Bewegung des Fliegens vor, erheben

sich ein wenig in die Luft und schweben dann sofort wieder zurück, und wiederholen dies, bis die Jungen ein Gleiches zu thun beginnen. Nun erst gehen sie weiter und machen größere Kreise im Fliegen, und bringen es so von Stufe zu Stufe, bis die Jungen mit ausfliegen auf die Jagd und nun das Ergreifen von Eidechsen und Fröschen studiren.

Wie die Katze den mütterlichen Unterricht ertheilt, ist eine bekannte Thatsache. Sie fängt eine Maus und bringt sie lebendig zum jungen Kätzchen. Hierauf läßt die Mutter das Mäuschen los und dies ergreift die Flucht. Kaum ist es jedoch einige Schritte weit geflohen, da springt die Mutterkatze mit einem Satze nach und fängt es wieder ein, und wieder hält sie es eine Weile im Maul und macht das junge Kätzchen danach lüstern. Bald aber läßt sie wieder das Mäuschen los und die Flucht ergreifen, und zeigt wieder, wie man es einholt und einfängt, und dies wiederholt sie so lange und läßt die Maus so lange lebendig und immer wieder die Flucht ergreifen, bis die junge Katze den rechten Fangsprung macht und das Mäuschen einfängt, das nun seine alleinige Beute bleibt.

Wir haben es bereits erwähnt, daß bei solchen Familien-Scenen oft ein eheliches Leben sich zu erkennen giebt und wie manche männliche Vögel im Brutgeschäft die Gattin ablösen oder ihr Gesellschaft leisten und zuweilen auch die Erziehung der Jungen mit leiten. Ein noch ausgebildeteres Beispiel zeigt sich in jedem Hühnerhofe, wo ein Haushahn unter seinen Hennen und Jungen herumspaziert. Es tritt hier ganz unverkennbar der Zug des Familienlebens auf, in welchem der Haushahn das Regiment führt und mit merkwürdiger Galanterie und Strenge zugleich sein Benehmen einrichtet. Er ist der Beschützer des ganzen Hühnerhofes und zieht oft in feier-

lichem Gange an der Spitze des ganzen Trosses einher. Findet er ein Korn, so ruft er die Familie und überläßt es großmüthig den Andern. Entsteht ein Streit zwischen ihnen, so ist er sofort geschlichtet, wenn der Haushahn dazwischen tritt. Bei Strafe darf es kein Hähnchen wagen, sein Kikriki vor dem Haushahn hören zu lassen. Hört er den Ruf einer Henne, der ihm anzeigt, daß sie ein Ei gelegt, so eilt er sofort zu ihr hin und stimmt in ihren Freudenruf mit ein. — Bringt man aber einen andern fremden Hahn auf den Hof, so beginnt er einen Kampf der Eifersucht mit ihm auf Tod und Leben und ruht nicht eher, bis der Feind oder er selbst vernichtet ist.

Hier also sind im Instinkt die Spuren der Ehe, der Familie und des Eigenthums erkennbar angedeutet.

XI. Das Benehmen der Thiere gegen ihre Feinde.

Zu den auffallendsten Instinkten gehört die Art, wie das Thier seinen Feind erkennt, wie es sich vor ihm zu hüten sucht und wie es sich ihm gegenüber vertheidigt.

Läßt man zu einem jungen Salamander im Glase, der nie einen Blutegel gesehen hat, ein solches Thier, so bemerkt man sofort das Entsetzen des Salamanders vor dem blutdürstigen Gaste. Daß hier nicht etwa eine Luftart, die dem Blutegel entströmt, dem Salamander so widerwärtig ist, daß er die Flucht ergreifen muß, geht aus einem Versuche hervor, bei welchem man ein Glas durch eine Glaswand in zwei Abtheilungen trennte, und in die eine den Salamander, in die andere den Blutegel brachte. So lange man eine undurchsichtige Wand zwischen die Thiere schob, errieth das eine nichts von der Anwesenheit des andern, sobald man aber die undurchsichtige Wand

wegnahm, und nun die Glaswand es gestattete, daß die Thiere sich sahen, bemerkte man sofort an dem Benehmen der Thiere, daß sie Blutsfeinde seien und sich als solche erkannten.

Es findet ein Gleiches bei allen Thieren statt, die nicht zu den Hausthieren gehören; bei diesen letzteren jedoch verliert sich oft der Instinkt der Feindschaft, wie überhaupt manche andere Naturinstinkte.

Und doch kann es eben nur ein blinder Instinkt sein, der den Feind errathen läßt, denn man beobachtet Fälle, wo Thiere, die sonst mit feinem Instinkt begabt sind, ganz blind, trotz der mannigfaltigsten Erfahrung, in den Tod rennen. Die Ameisen, die mit so merkwürdigen Instinkten versorgt sind und welche man zu den gescheitesten Thieren rechnen möchte, setzen sich haufenweise auf die lange Zunge des Ameisenbärs, der sie mitten in das Nest hineinsteckt, und werden so seine Beute, indem er die Zunge voll Ameisen wieder in den Mund hineinzieht. Hier ist die Einsicht, die man sonst den Ameisen nachrühmt, ganz stumm, weil eben der Instinkt hierüber schweigt. Oft aber führt der Instinkt die Thiere sogar gerade ins Verderben. Die Mücke, die sonst vortrefflich dem Tode zu entfliehen weiß, kann der Lust, sich an einer Lichtflamme zu erwärmen, nicht widerstehen; vergebens warnt sie die Erfahrung, daß sie sich an der Flamme verbrennen wird. Sie fliegt einmal heran und ergreift, halb verbrannt, noch glücklich die Flucht; aber die Lehre ist umsonst, wo der Instinkt schweigt, sie meidet die Flamme nicht; im Gegentheil, der Instinkt treibt sie, sich im Lichte zu sonnen, und sie wiederholt ihr Vergnügen, der Erfahrung zum Trotz, so lange, bis die Luftströmung um die Flamme sie ergreift und in den Tod stürzt.

Wir haben es bereits erwähnt, daß der Instinkt der Thiere sie überhaupt nur in Zuständen leitet, die in der Natur selbst sich darbieten, daß aber künstlichen Zuständen gegenüber die Natur sie verläßt; wir haben gesehen, wie Thiere, die in der Natur Gifte meiden, künstlich vergiftete Speisen harmlos genießen. Es findet ein Gleiches auch in den Lebensgefahren statt, die der Mensch dem Thiere künstlich bereitet. — Die Fliege kann Tausende ihrer Genossen auf dem Fliegenleimstocke kleben und sich zu Tode abquälen sehen, sie wird dadurch nicht abgehalten, sich neben sie zu setzen und in den Tod zu gehen. Die schlauesten und vorsichtigsten Thiere gehen in die plumpste Falle und kehren in dieselbe zurück, wenn sie ihr einmal glücklich entronnen sind. Der Fuchs, ein Thier, das mit einem listigen Wesen seine Beute zu erhaschen weiß, läßt oft ein Bein im Fangeisen, um zu entfliehen und das Leben zu retten; aber die Erfahrung macht ihn nicht klüger und er meidet es nicht, wenn er ihm auf dem Wege wieder begegnet. — Nur die durch Erziehung klug gewordenen Hausthiere machen Erfahrungen und wissen sie anzuwenden; denn Erziehung ist eben nur eine Folge von Wahrnehmungen durch die Erfahrung.

Interessanter noch als das instinktmäßige Erkennen der Feinde ist bei dem Thiere die Art, wie sie sich vor denselben wahren, mit denselben kämpfen und sie zu bewältigen suchen.

Das Stachelschwein läßt sich gar nicht in einen Kampf mit einem Feinde ein. Es rollt sich zusammen, stellt seine Stacheln hoch auf und liegt ruhig, wie im Bewußtsein, daß ihm kein Thier etwas anhaben kann. Der Stacheligel thut es ebenso, nur zuweilen rennt er das Thier, von dem er angegriffen wird, etwas an, ohne es jedoch zu verletzen.

Der Fuchs weiß sehr wohl sich der ihn jagenden Hunde dadurch zu erwehren, daß er seinen Schwanz mit seinem beißenden Harn benetzt und diesen den Hunden in die Augen spritzt. — Das Stinkthier, ein Wiesel in Nordamerika, hat einen entsetzlich stinkenden Saft in einer Blase und spritzt ihn den Feinden entgegen, um sie von seiner Verfolgung abzuhalten. Der Tintenfisch spritzt einen schwarzen Saft ins Wasser, wenn er verfolgt wird, und trübt dasselbe so, daß der Verfolger ihn nicht sieht. Ja, die Spinnen stellen sich todt, wenn sie von übermächtigen Thieren angegriffen werden, und bleiben stundenlang in dieser Lage, ohne sich zu rühren. In all' solchen Fällen, die unendlich viel in der Thierwelt vorkommen, giebt sich deutlich genug kund, daß der Instinkt gewisser Aeußerungen fähig ist, die mit wohlüberlegten Handlungen die allergrößte Aehnlichkeit haben.

XII. Der Instinkt der Geselligkeit.

Während all' die Instinkte, die wir bereits aufgeführt haben, fast allen Thieren gemeinsam zukommen, giebt es noch zwei besondere Instinkte, die nur bei einzelnen Thieren erscheinen und bei anderen fehlen. Es sind dies die Instinkte der Geselligkeit und der Wanderung.

Diese beiden Instinkte sind insofern mit einander verbunden, als der Instinkt der Wanderung meist immer den Instinkt der Geselligkeit voraussetzt. Es giebt Thiere, die an Ort und Stelle einsam und ungesellig leben, aber sie sammeln sich zu einer ganzen Gesellschaft, sobald sie eine Wanderung antreten, und führen während der Wanderung ein Leben, das entschieden den Charakter einer organisirten Gesellschaft an sich trägt.

Man kann daher annehmen, daß jedem Wanderthiere der Trieb der Geselligkeit beiwohne, während nicht immer mit dem Triebe der Geselligkeit auch die Wanderlust vorhanden ist.

Im Allgemeinen ist der Geselligkeitstrieb mit einem hohen Grade von Kunsttrieb verbunden. Derselbe Instinkt, der Thiere anleitet, in großer Gemeinschaft mit ihres Gleichen zu leben, derselbe lehrt sie auch, Ordnung in der Gesellschaft zu erhalten und gemeinsame Arbeiten auszuführen. Mit dem Instinkt der Geselligkeit ist immer der Instinkt des künstlichen Schaffens verbunden. Wenn Thiere bei einander leben, erhalten Wohnung, Arbeit, Lebensweise, Vertheidigung und Angriff, so wie Jugenderziehung immer einen ganz bestimmten eigenthümlichen Charakter, der an menschliche Kultur erinnert. Die Thiere bilden einen Staat, der zum Theil auf die geschlossene Familie, zum Theil auf die freie Gesellschaft gegründet, zum Theil gemischten Charakters ist.

Darum darf man auch die Vereinigung von Thieren zu einem gemeinsamen Zwecke nicht mit dem Instinkt der Geselligkeit verwechseln. Sowohl Wölfe wie Hyänen vereinigen sich oft zu gemeinsamen Raubzügen, und während des Zuges schaaren sich noch mehr an, so daß sie gemeinschaftlich ihre Jagd machen; aber sie leben nicht bei einander, sondern trennen, ja befeinden sich, sobald der gemeinschaftliche Jagdzug vollbracht ist. Es ist offenbar, daß sie nicht vom Geselligkeitstriebe, sondern von dem bei jedem Einzelnen gleich starken Triebe des Hungers gemeinsam zu einer Handlung, die diesem Triebe Befriedigung verspricht, angehalten werden. Ist der Hunger gestillt, so hat das Band der Gemeinsamkeit auch aufgehört. — Ganz wie der Angriff und der Raubzug vereinigt oft auch der Trieb der Vertheidigung eine Masse

gleicher Thiere und läßt sie für einen Augenblick eine geschlossene Gesellschaft bilden, die ihren Zweck nach einem bestimmten Plane durchführt. So z. B. lebt das Pferd in der Wildniß zwar in Gemeinschaft mit seines Gleichen, aber sie bilden deshalb immer noch nicht eine Gesellschaft, denn sie führen keinen gesellschaftlichen Zweck aus. Sobald sie jedoch von Raubthieren angegriffen werden, vereinigen sie sich sofort zu einer Vertheidigungsgesellschaft, schließen zu diesem Zweck einen Kreis, indem sie sich alle mit den Köpfen an einander stellen und einen Ring bilden, in dessen innerem Raume Kopf an Kopf sich befindet, und dessen Außenseite von den Hintertheilen der Pferde gebildet wird, so daß die Hinterbeine, die Hauptvertheidigungswaffe der Pferde, ringsherum eine Waffenmauer abgeben, die so leicht kein Raubthier durchbrechen kann. Bemerken die Pferde, die den Kopf zwischen den Vorderbeinen halten, um die Feinde beobachten zu können, bemerken sie, daß ein Pferd trotzdem den Raubthieren zum Opfer gefallen ist, so schließen sie sofort wieder den Kreis, und füllen die Lücke, die dadurch entstanden ist, aus.

Es läßt sich gar nicht verkennen, daß hier schon ein gesellschaftlicher Zweck zum Vorschein kommt, der bei weitem höher steht, als die Vereinigung der Raubthiere zu einem Raubzuge, auch hat man bei den Pferden insofern eine wirkliche Organisation ihrer Vertheidigungsgesellschaft bemerkt, als sie die schwachen und die jungen Pferde oft in die Mitte des Kreises nehmen. Gleichwohl ist diese Organisation nur für einen bestimmten Zweck vorhanden, und man kann deshalb diesen Gesellschaftsinstinkt immer nur noch als einen untergeordneten erkennen.

Ein höherer Grad des Gesellschafts-Instinkts thut sich an solchen Thieren kund, die zwar nicht in Geselligkeit und mit gemeinschaftlichem Eigenthum leben, aber

doch ihre Wohnungen unter gemeinschaftlichem Dache einrichten. Am Vorgebirge der guten Hoffnung lebt eine Gattung Sperlinge, denen man den Namen Republikaner gegeben hat. Sie bauen zu vielen Tausenden ein einziges ungeheures Schirmdach um den Stamm eines hohen Baumes, so daß der Baum mit dem Dache wie ein ungeheuer riesiger aufgespannter Regenschirm aussieht; und in diesem Dache hat jeder Vogel sein besonderes Nest. Sie besitzen also zwar ein gemeinschaftlich erbautes Eigenthum, aber sie leben nicht gemeinschaftlich, theilen weder ihren Ueberfluß, noch ihren Mangel und scheinen nur den Raum unter dem Dache gemeinschaftlich zu benutzen.

Wo der Trieb der Geselligkeit noch weiter ausgebildet ist, da bemerkt man, daß die Thiere ihre Wohnungen vor den Nachbarn nicht absperren, sondern sie wo möglich durch Gänge mit einander in Verbindung setzen. So zeigt es sich bei den Kaninchen. Wenn man zwei Kaninchen-Familien nicht gar zu weit von einander ihre Wohnung in die Erde graben läßt, so bemerkt man bald, daß sie einen unterirdischen Gang von der einen Wohnung zur andern anlegen, als ob ihnen der freundschaftliche Umgang auf der Oberfläche der Erde nicht intim genug wäre.

XIII. Verständigung der Thiere unter einander.

Ein höherer Geselligkeits-Instinkt giebt sich schon bei den Elephanten und Affen kund. Sie leben nicht nur in der Wildniß gemeinschaftlich, sondern ihre Vereinigung hat den Charakter einer geschlossenen Gesellschaft, indem sie bei ihren Zügen die Rollen vertheilen und Vorposten und Schildwachen ausstellen, die ihnen ein Zeichen geben müssen, wenn Feinde nahen. — In dieser Theilung der

Arbeit, in dieser Anordnung, daß der eine thätig sein muß für die übrigen, liegt der Zug des gesellschaftlichen Lebens, und zu diesem gehört denn auch die gegenseitige Verständigung durch Mittheilung.

Immer gehört die Art der Verständigung der Thiere untereinander zu den unerforschten Dingen; aber es ist über allen Zweifel festgestellt, daß die Thatsache vorkommt. Es ist möglich, daß bei den meisten Fällen nur ein Verständniß stattfindet ohne beabsichtigte Mittheilung. Die Wölfe, die ihren Genossen leidenschaftlich nach einem Orte hinstürzen sehen, mögen verstehen, was ihn treibt, ohne daß der Wolf die Absicht hatte, sich mitzutheilen. Sie sehen das Funkeln seiner Augen, das Lechzen seiner Zunge und das reizt sie zu gleicher Handlung. Sie vereinigen sich demnach in einer Leidenschaft, ohne sich zu verständigen. Sie verstehen einander dadurch, daß sie unwillkürlich errathen, was in ihnen vorgeht; nicht dadurch, daß sie sich willkürlich dasselbe mittheilen. — Und so mag es bei unzähligen Fällen sein, wo man Beispiele zu sehen glaubte von der Mittheilungsgabe der Thiere. Wo aber wirklich, wie bei Elephanten und namentlich bei Affen, ein Posten ausgestellt wird, der die Aufgabe hat, durch ein Zeichen das Nahen einer Gefahr den Andern mitzutheilen, da ist schon Mittheilung vorhanden, jene höhere Art der Verständigung, aus der im höchsten Grade der Ausbildung die Sprache entsteht.

Wo Zeichen solcher Verständigung durch Mittheilung bei Thieren vorkommen, da ist der Gesellschaftstrieb ohne allen Zweifel in hohem Grade ausgebildet. Die Elephanten bewegen sich auf das Kommando eines Thieres, das sie leitet nach der einen oder andern Seite, selbst wenn der Leiter stehen bleibt. Sie versammeln sich auf seinen Ruf und ziehen sich auf Ordre zurück. Die Affen besitzen

noch bestimmtere Mittheilungsgaben. Auf einen bestimmten Ruf klettern sie alle auf Bäume, kehren um, gehen vor, bewaffnen sich mit Knütteln oder ziehen sich zurück. Wird Jemand aus ihrer Gesellschaft gefangen oder geräth er in Gefahr, so stehen sie ihm bei und befreien ihn auf sein Geschrei. Das Alles ist ein Zeichen, daß eine gewisse Gemeinsamkeit zwischen ihnen stattfindet, in welcher schon in ansehnlichem Grade Einer für Alle und Alle für Einen einstehen.

Merkwürdig ist, daß bei dem Instinkt nicht dieselbe Stufenleiter stattfindet, die die Thiere in ihrer leiblichen Bildung darstellen. Die Thiere niedrigster Gattung sind zwar auch nur mit niedrigen Instinkten begabt, aber die Thiere höherer Gattung besitzen nicht immer einen höhern Grad des Instinkts. Vielmehr sind es Insekten, bei denen man den vollendetsten Grad des Instinkts beobachtet, obwohl sie in ihrer leiblichen Bildung niedriger stehen als die Wirbelthiere. Da sich bei einigen Insekten so eigentlich die Natur des Instinkts beobachten läßt und auch am meisten beobachtet ist, so wollen wir einige Beispiele hier etwas ausführlicher behandeln und zu diesem Zwecke das Leben der Bienen, Ameisen und die weniger bekannten Termiten hier vorführen.

Bevor wir dies indessen thun, müssen wir noch Folgendes vorausschicken:

Wir haben bisher die Instinkte einzeln betrachtet und Beispiele für dieselben angeführt, müssen jedoch nunmehr sagen, daß verschiedene Instinkte zwar bei einzelnen Thieren stärker ausgebildet sind als bei andern, aber im Allgemeinen besitzen alle Thiere alle einzelnen Instinkte. Mit Ausnahme des Wander-Instinkts, den wir noch aufführen werden, besitzt jedes Thier den Ernährungs- oder Bau-Instinkt, den Instinkt, die Nachkommenschaft zu versorgen.

Wir haben auch gesehen, daß Raubthiere, die nicht ihres Gleichen bei sich dulden, dennoch zuweilen sich zu bestimmten Handlungen vereinigen. Wenn wir nun diejenigen Beispiele aufführen wollen, wo der Instinkt höchst bewunderungswürdig auftritt, so ist dies nicht der Fall, weil hier ganz neue Instinkte vorkommen, sondern weil eine glückliche Verbindung aller Instinktarten bei einigen Insekten zusammentrifft und dem Leben und Treiben der Thiere einen bestimmten Charakter verleiht.

Noch durch einen eigenthümlichen Umstand sind diese Thiere besonders ausgezeichnet. Es findet sich gerade bei diesen Thieren, daß sie nicht blos aus Männchen und Weibchen, sondern auch aus einer Zwischengattung, aus Zwittern bestehen, die geboren werden, ohne zu zeugen oder zu gebären. Es scheint, daß gerade ihre leibliche Unfruchtbarkeit einen Ersatz erhalten hat durch eine gewisse geistige Fruchtbarkeit, die freilich vom Instinkt in engen Schranken gehalten ist. Die männlichen und die weiblichen Bienen, die männlichen und weiblichen Ameisen, und ebenso die männlichen und weiblichen Termiten, verstehen nichts von den bewunderungswürdigen Künsten, die wir betrachten wollen. Nur die Geschlechtslosen dieser Thiere sind bewunderungswürdige Helden unseres Thiergemäldes. — Genau weiß man freilich nicht, wie diese Geschlechtslosigkeit mit dem ausgebildeten Instinkte zusammenhängt; aber zufällig ist diese Erscheinung sicherlich nicht, und man hat Beispiele anderer Art, wo geschlechtslose Thiere, z. B. die Maulesel, veredeltere Eigenschaften besitzen als ihre Erzeuger, die Esel und die Pferde selber.

XIV. Das Leben der Bienen.

Das Leben der Bienen ist immer mit Recht der Gegenstand der Bewunderung gewesen; aber gerade das Wunderbare daran hat den Uebertreibungen in der Schilderung Thür und Thor geöffnet. Dies zu meiden ist unser Wunsch; aber es ist sehr schwierig. Das, was von diesen Thieren vollbracht wird, ist so kunstvoll, daß es für die menschliche Auffassung gar nicht dargestellt werden kann, ohne den Thieren einen bestimmten bewußten Charakter beizulegen, und doch ist es in Wahrheit nicht richtig. Es wirkt in ihnen nur der Instinkt, der unbewußte Trieb, der seinen Charakter nicht durch den Willen des Thieres, sondern durch einen Willen außer ihm erhält. Gleichviel, wie man diesen über dem Thiere waltenden Willen nennen mag, gleichviel ob man es mit dem Namen Natur, oder deren Geist oder Gott bezeichnet, für unsern jetzigen Zweck ist es wichtig, zu erkennen, daß all' dies, was das Thier thut, von ihm nicht geschieht aus freier Wahl, sondern aus einem ihm unabwendbaren Triebe.

Es kommen gleiche Kunstprodukte auch in der Pflanzenwelt vor; wenn sie dort unser Staunen nicht in so hohem Grade erregen und unser Interesse nicht in solchem Maße ansprechen, rührt es nur daher, daß gar keine Möglichkeit vorhanden ist, der Pflanze in ihrer Thätigkeit einen Charakter beizulegen. Wäre dies der Fall, so würde eine Blume nicht minder Bewunderer finden, als der Bienenstock.

Man sehe sich nur einmal eine schöne Georgine an. Welche kunstvolle Gleichmäßigkeit der Blätter! welche zarte Abstufung der Farben! welche regelmäßige Formung aller Theile! Denken wir uns den Fall, daß ein Thier

von der Natur angewiesen wäre, solch eine Blume aus denselben Stoffen, aus denen sie jetzt besteht, aufzubauen, wie leicht wären wir geneigt, diesem Thiere eine höhere Kenntniß der Formen, eine mathematische Anschauung zuzuschreiben; jetzt, wo die Blume ohne sichtbare Außenhilfe aus sich selber heraustreibt, jetzt hat die Blume bei weitem nicht ein so anregendes Interesse für uns. — Woher dies? — Weil wir beim Thiere eine Freiwilligkeit in andern Dingen wahrnehmen, die uns verleitet, auch dort ihm Freiwilligkeit zuzuschreiben, wo sie nicht vorhanden ist.

Außerdem liegt noch in der Beschreibung thierischer Instinkte Etwas, was sehr leicht über das Wesen derselben irre führt. Wir werden sehen, daß die Bienen eine „Königin“ haben und daß diese mit besonderer Sorgfalt von ihnen behandelt wird; aber es ist ein arger Irrthum, wenn man diese Bezeichnung wirklich mit dem verwechselt, was eine Königin in einem menschlichen Staate zu bedeuten hat, und man muß sich deshalb hüten, von dem, was man so nennt, auch anzunehmen, daß es so ist. Wenn man aus menschlichen Zuständen eine Bezeichnung borgt für die Zustände der Thiere, so geschieht es nur, weil unsre Sprache überhaupt nur Worte hat für menschliche Zustände und deshalb sehr leicht bei Beschreibung thierischer Zustände irre führt.

Nach diesen Vorbemerkungen wollen wir nun zur Beschreibung des Gesellschaftslebens der Bienen kommen.

Die Bienen sind Thiere, die in Gesellschaften existiren, in welchen nur ein einziges Weibchen, an 6—800 Männchen und an 10—30,000 Zwitter leben. Allenthalben, wo zwei Weibchen vorhanden sind, bekämpfen sie sich gegenseitig, bis eines getödtet ist, oder das eine wandert aus und bildet mit einem Anhange von Männern und Zwittern eine zweite Gesellschaft.

Die Eigenthümlichkeiten hierbei sind aber höchst wunderbar, und wir wollen, um das Ganze klarer zu überschauen, den Kreislauf dieses Gesellschaftslebens dort beginnen, wo ein Weibchen zum Auswandern genöthigt ist, aus einem Bienenstock auszieht und eine Anzahl Männchen und Zwitter mit hinausführt in's Freie, um eine neue Gesellschaft zu gründen.

Man nennt einen solchen Bienenzug einen Bienenschwarm, und beobachtet an ihm wunderbare Eigenthümlichkeiten.

Das Weibchen kommt aus dem alten Bienenstock mit großem Geräusch heraus und hinter ihm her ein ungeheurer Schwarm von Anhängern, der ihm allenthalben folgt, wo es hinzieht. Meisthin dauert dieser Flug nicht lange, sondern das Weibchen läßt sich auf einen Baum oder ein Gebäude nieder und all' ihre Begleiter setzen sich um und an es heran, eines an und auf das andere, so daß sie einen Klumpen bilden, der oft vom Zweige eines Baumes ganz so herabhängt wie eine Frucht. Dieser Bienen-Klumpen ist oft so groß wie ein mäßiger Kürbiß oder eine große Melone, und verharrt oft mehrere Stunden in dieser sonderbaren Stellung.

Das Weibchen ist das Thier, das man die Königin des Schwarmes nennt, und der Schwarm zeigt eine solche Anhänglichkeit an dasselbe, daß es lebensgefährlich ist, das Weibchen in ihrer Gegenwart zu tödten.

Es ist nun beobachtet worden, daß in der Wildniß einige Zwitter-Bienen herumschwärmen und einen Ort suchen, wo die Gesellschaft sich niederlassen kann. Haben diese Kundschafter einen hohlen Baum oder sonst eine Höhle ausfindig gemacht, die hierzu sich eignet, so kehren sie zu dem Haufen zurück und machen offenbar hiervon Mittheilung; denn man gewahrt nun, daß der ganze Schwarm

mit der Königin an der Spitze sich in Bewegung setzt und sich zu dem ausfindig gemachten Wohnsitze hinbegiebt.

XV. Ansiedelung der Bienen.

Während der Bienenschwarm im wilden Zustande selber ein Unterkommen sucht, sorgt die Kultur der Menschen aller Orten dafür, ihm ein solches vorräthig zu halten. Der Landmann, der es bemerkt, daß solch' ein Bienenschwarm im Begriff ist, einen neuen Bienenstock zu gründen, hält einen Bienenkorb bereit. Wenn der Schwarm sich festgesetzt hat, hält er den Korb mit der offenen Seite unter demselben, streicht schnell mit einem bereit gehaltenen Brett den ganzen Schwarm ab von der Stelle, wo er sich festgesetzt hat, so daß er in den Korb hineinfällt und deckt denselben sofort mit dem Brett zu. Nachdem so der Schwarm eingefangen ist, kehrt er den Korb mit dem verschließenden Brett um und bringt ihn so an Ort und Stelle. Die Bienen sind hiernach eingefangen und haben nur einen Ein- und Ausgang zur Seite des Korbes durch ein kleines Loch, das man ihnen dort offen läßt.

Man kann nun an den Bewohnern des Schwarmes sofort bemerken, ob auch das Weibchen, die sogenannte Königin, glücklich mit eingefangen ist oder nicht. Ist das Weibchen mit eingefangen, so bleiben die Bienen eine ganze Weile ruhig im Korbe und ziehen nur einzeln aus, um ihr Tagewerk sofort zu beginnen; ist jedoch das Weibchen nicht drinnen, so stürmen sie sofort mit ungeheuerer Schnelligkeit aus dem Korbe heraus, so daß nicht eine einzige darin zurückbleibt, und beeilen sich, die Königin aufzusuchen, um mit ihr auf's neue zu schwärmen

und sich irgendwo wieder auf einen Klumpen anzusetzen. In solchem Falle sind die Bienen im höchsten Grade zornig und es ist gefährlich, sich ihrer Wuth auszusetzen, weshalb denn der Landmann bei diesem Geschäft stets Gesicht und Hände durch Drahtwerke und Handschuhe wohl verwahrt.

Wunderbar ist die Beobachtung, die man hierbei gemacht hat, daß die Bienen, die bereits im Korbe waren und um ein gutes Nest in Verlegenheit sind, nicht in denselben Korb freiwillig mit ihrer Königin zurückkehren. Ja, man will bemerkt haben, daß sie überhaupt diesen Korb nicht gerne mehr bewohnen, und die Landleute halten für solche Fälle einen zweiten in Bereitschaft, um den neuen Schwarm darin einzufangen. — Indessen muß man sich hier, wie in allen Fällen, die die Bienenzucht betreffen, hüten, den Bemerkungen der Bienenzüchter vollen Glauben zu schenken, da diese meist so eingenommen von der Klugheit ihrer Bienen sind, daß sie ihnen nicht selten auf die leisesten Veranlassungen hin ganz außerordentliche Eigenthümlichkeiten und Charakterzüge andichten.

Hat man nun das Weibchen mit dem Schwarme glücklich eingefangen, so beginnen die Bienen sofort ihre Arbeit. Die Königin (wir wollen das Weibchen nun immer so nennen) bleibt stets im Korbe, und in ihrer Umgebung halten sich die Männchen, die man fälschlich Drohnen nennt, auf. Auch mehrere Zwitter bleiben da, und alle umdrängen die Königin, wahrscheinlich um sie zu wärmen, da ihr Kälte sehr schädlich ist und ihrer spätern Fruchtbarkeit Abbruch thut. Die übrigen Zwitter, die wir fortan nur Bienen nennen wollen, ziehen nun sofort aus, um Nahrung und Baumaterial in den Blüthen aufzusuchen und heimzubringen.

Die Biene, deren ganzer Körper mit feinen Härchen besetzt ist, begiebt sich nämlich in den Kelch einer Blüthe, woselbst der Blüthenstaub reichlich vorhanden ist, und bestäubt sich damit den ganzen Körper, so daß sie staubbedeckt daraus hervorgeht. Nun steigt sie wieder heraus, setzt sich an den Rand der Blüthe und bürstet sorgsam mit ihren Beinen, die wie feine Haarbürsten beschaffen sind, all' den Blüthenstaub zusammen und ballt so einen kleinen gelben Knäuel daraus, welchen sie dann in die innere Fläche ihrer Hinterbeine einklebt, woselbst eine Art Becken zu diesem Zweck vorhanden ist. Der Bienenzüchter nennt die gefüllten Becken: Körbchen oder das Höschen der Biene. — Außer dem Blüthenstaube löst die Biene mit ihren Kinnladen auch Harztröpfchen von den Pflanzen ab und bringt dieses gleichfalls in die Becken der Hinterbeine, und so beladen kehrt sie heim in den Korb.

Um genau beobachten zu können, was nun in diesem Korbe vorgeht, hat man solche aus Glas angefertigt, die man mit gewöhnlichen Körben verdeckt hält, weil die Bienen nur im Dunkeln arbeiten. Nach genauen Versuchen hat man nun gefunden, daß die erste Arbeit der Bienen darin besteht, den ganzen Korb wohl zu verkitten und mit Harz jede Spalte des Korbes zu verschließen. Zu diesem Zwecke entledigen sich die heimkehrenden Bienen ihres gesammelten Materials, das theils zur Nahrung, theils zum Baustoff verwendet wird, und fliegen sofort wieder davon, um neue Materialien zu sammeln, während daheim andere Bienen die eingebrachte Beute in Besitz nehmen und sofort zu arbeiten beginnen. Einige von ihnen reichen der Königin das Futter dar, wobei sie eine sorgsame Auswahl treffen, denn nur die geeignete Speise ist im Stande, das Wohlbefinden der Königin zu begründen.

XVI. Der Bau der Bienenzellen.

Wenn der ganze Bienenkorb inwendig mit Harz belegt ist, hat er das Ansehen, als ob er eine Glasur aus Wachs hätte, und diese ist so fein und glatt, daß man es kaum glaublich halten könnte, daß dies alles mit den Kinnladen der Thiere vollbracht worden ist. — Bringt man einen Bienenschwarm nicht in einen neuen, sondern in einen bereits von einer frühern Bienengesellschaft glasirten Korb, so begnügen sie sich mit der Reinigung und Ausbesserung desselben und begeben sich dann sofort zum Bau ihrer eigentlichen Nester.

Das Baumaterial dieser Nester besteht aus Wachs, ein Stoff, der daher rührt, daß die Bienen ihn ausscheiden aus besonderen Behältern, die unter den Ringen ihres Unterleibes liegen. Alles Wachs, das wir besitzen, ist nur auf solche Weise von den Bienen geschaffen, und es ist bisher nicht gelungen, durch Kunst die Pflanzenstoffe in Wachs zu verwandeln. Auch der Honig, von dem wir später sprechen werden, ist nicht ein reines Produkt der Pflanzen, das die Biene sammelt, sondern er ist ein umgewandelter Pflanzenstoff und wird von den Bienen in Tropfen aus dem Munde ausgeschieden und in den Vorrathskammern angesammelt.

Der Bau dieser Nester ist höchst wunderbar. Es ist schwer, eine klare Beschreibung davon zu geben, auch gewinnt man durch Abbildungen keine zweifellose Vorstellung davon; man thut am besten, wenn man sich etwas Honigscheibe verschafft, die nicht selten käuflich zu haben ist, den Honig mit lauwarmem Wasser auswäscht und nun die Zellen betrachtet, in welchen der Honig eingespeichert gelegen hat. Man wird sehen, daß die Nester aus sechsseitigen Zellen bestehen, die zu beiden Seiten

der Scheibe so gebaut sind, daß die Spitzen an einander grenzen, daß diese Zellen genau eine wie die andere gebaut sind, daß die Wachswände, die sie trennen, von außerordentlicher Zartheit, Glätte und regelmäßiger Stärke in allen Theilen sind, und wird Gelegenheit genug finden, den Instinkt zu bewundern, der sich in dieser Baukunst zu erkennen giebt. So genau in den Winkeln in Länge, Breite und Tiefe zu bauen, vermag der Mensch nur mit Hülfe vieler mathemathischer Werkzeuge und nach sehr sicherm Plane und so vortheilhaft Zelle an Zelle von beiden Seiten der Scheibe zu legen und jeden Raum auf's genaueste zu benutzen, dazu gehört, wenn der Instinkt nicht wirksam ist, ein Aufwand von geistiger Ueberlegung, der nur einem ausgebildeten wissenschaftlichen Geiste möglich ist.

Das Wunderbarste hieran ist Folgendes. Der Bau der Nester wird von Tausenden von Bienen gleichzeitig begonnen. Nun ist die Regelmäßigkeit aber so groß, daß wenn ein einziges Nest nicht an der richtigen Stelle angefangen wäre, alle übrigen dadurch verschoben würden. Man muß also nicht nur annehmen, daß der Instinkt während des Baues die genauesten mathematischen Angaben macht, sondern auch schon beim gleichzeitigen Beginn jeder einzelnen Zelle der Instinkt einer jeden Biene genau den Punkt anweist, wo sie die Zelle zu beginnen hat, damit sie so genau an die Nachbarzelle paßt.

Jede Scheibe solcher Zellen nennt man eine Wabe. Die Waben hängen senkrecht im Korbe und zwischen einer Wabe und der andern ist nur so viel Raum, daß zwei Bienen an einander vorüber wandern können. Die Waben sind oben am Korbe und an den Seiten befestigt, und werden noch außerdem, wenn sie zu schwer sind, von einigen Pfeilern gestützt, welche die Bienen aus Wachs aufbauen.

Die Bienenzüchter lassen meisthin einige Stäbe in den Körben und die Bienen verstehen den Zweck derselben und benutzen sie als Balken, auf welche sie die Waben-Wände stützen.

In günstiger Jahreszeit geht die Arbeit so schnell vor sich, daß der Korb in kurzer Zeit voll solcher Zellenwerke ist, in welche indessen nur wenig Honigstoff eingebracht wird, denn die Zellen haben zunächst eine andere Bestimmung: sie sollen die Wiege sein, in welcher das junge künftige Bienengeschlecht zum Leben erwacht.

Wie bereits gesagt, nimmt das Weibchen, die Bienenkönigin, eben so wenig an dieser Arbeit Theil, wie die sie umgebende Zahl der Männchen, die Drohnen. Sie leben von den Speisen, die die Arbeiterbienen einbringen und von denen einige Zellen gefüllt werden, welche die Bienen auch mit einem Wachsdeckel verschließen. Zugleich aber mit ihren Zellen bauen die Arbeiterbienen mehrere Zellen für die weibliche Nachkommenschaft, und man nennt diese Zellen die königlichen Zellen; sie sind von anderer Form wie die übrigen, indem sie etwa die Gestalt einer Eichel haben und von weit stärkern Wachswänden gebaut sind. Um die Zeit, wo diese Bauten fertig sind, begiebt sich bei heiterm Wetter das Weibchen hinaus ins Freie; es folgen ihr die Männchen alle und umschwärmen sie. Dieser Zug, den man den **Hochzeitszug** nennt, erhebt sich hoch in der Luft und entzieht sich so dem menschlichen Gesichtskreise und der Beobachtung. Inzwischen ist unter den zurückgebliebenen Arbeitsbienen im Korbe große Geschäftigkeit, und man nimmt wahr, daß sie der Rückkehr mit einer Art Aengstlichkeit und Ungeduld harren.

Nach kurzer Zeit kehrt die Königin mit ihrer Begleitung zurück, und schon nach 46 Stunden beginnt sie Eier

zu legen, und zwar begiebt sie sich zu diesem Zweck von Zelle zu Zelle und legt in jede derselben ein Ei.

XVII. Bienen-Eier und deren weitere Entwickelung.

Im ersten Sommer pflegt die Bienenkönigin nicht viel Eier zu legen, und meisthin wird sie in diesem Geschäft vom Winter unterbrochen. Im Frühjahre vermehrt sich die Fruchtbarkeit außerordentlich stark, und man hat beobachtet, daß sie während dieser Jahreszeit in drei Wochen wohl an dreitausend Eier legt.

So wie die Bienenmutter beginnt, die Beweise ihrer Fruchtbarkeit darzuthun, haben die Drohnen, die Bienenmännchen, keinen Lebenszweck mehr, und sie werden von den Bienen, den Zwittern, mit ihren Stacheln getödtet und aus dem Korbe hinausgeworfen. Dieses Morden nimmt immer mehr überhand, je fruchtbarer sich die Bienenmutter zeigt, je gesicherter also die Nachkommenschaft ist. Meisthin sind bereits im ersten Sommer sämmtliche Bienen-Männchen getödtet, und man findet ihre Leichen in den Monaten Juni, Juli und August oft haufenweise am Eingange des Bienenkorbes liegen, so daß der Winter keine Drohnen mehr antrifft, die, weil sie nicht einsammeln und nicht arbeiten, den Speisevorrath im Winter nur verringern helfen würden.

Alle Eier, die die Bienenmutter nun legt, sind Zwitter-Eier, und es entwickeln sich aus ihnen nur Arbeits-Bienen; sobald sie jedoch mit diesem Geschäfte fertig ist, beginnt sie besondere Eier zu legen, aus welchen sich Drohnen, also Bienenmännchen entwickeln sollen, und erst nachdem sie auch hiermit fertig ist, legt sie in die besonders gebauten Zellen, die man die königlichen nennt,

etwa an zwanzig Eier, aus denen weibliche Bienen entstehen.

Das Auskommen all' der Eier geschieht der Reihe nach, wie sie gelegt worden sind. Drei bis vier Tage nach dem Legen öffnen sich die Eier und es kommt aus ihnen eine kleine Made von weißlicher Farbe heraus, welche, da sie keine Füße hat, sich nicht aus der Zelle begeben kann. Und nun beginnt das eigentliche Geschäft der Arbeitsbienen. Man erkennt jetzt erst, zu welchem Zwecke die Zelle erbaut ist, sie dient als Wohnung der Made, aus der sich die Arbeitsbiene entwickeln soll. Die ältern Arbeitsbienen übernehmen nun die Ernährung der jungen sehr gefräßigen Maden, und bringen ihnen, je nach dem Alter der Made, die geeigneten Speisen in der Form eines Speisebreies, der, wie wie später sehen werden, wesentlichen Einfluß auf das Leben und die Entwickelung der jungen Thiere hat. Fünf Tage langt dauert diese Fütterung der Made, während welcher Zeit sie vollständig geworden ist, und nun beginnt die Made sich nach Art der Seidenraupe in ein Gespinnst einzuhüllen und verwandelt sich innerhalb drei Tagen in eine Puppe. Die Arbeitsbienen verkleben während dieser Zeit die Zelle mit einem Wachsdeckel, so daß die Puppe in der Zelle eingeschlossen ist.

Nachdem die Puppe sieben Tage alt geworden, geht die letze Verwandlung vor sich, und aus der Puppe kriecht eine junge Biene heraus. Ihr Erstes ist nun, daß sie den Wachsdeckel ihrer Zelle aufbricht und die Freiheit sucht. Bald ist sie so weit, daß sie die Künste und Beschäftigungen der ältern Bienen inne hat, und schon nach wenig Tagen geht sie selber hinaus aus dem Korbe, fliegt umher, um Nahrung zu suchen, bringt gleich den Andern Beute heim und theilt mit ihnen Beruf und Beschäftigung.

So vermehrt sich denn das Geschlecht der Arbeitsbienen außerordentlich stark, und mit dieser Vermehrung füllt sich der Korb mit Wachs- und Honigvorräthen. Nachdem nun alle Eier der Arbeitsbienen ausgekommen sind, beginnen auch in ähnlicher Weise die Eier der Männchen und der Bienenweibchen auszukommen. Bei den jungen Drohnen bemerkt man nur, daß sie, die sich nicht auf Arbeit und Einsammeln verstehen, von den Bienen gespeist werden; die Geschichte dieser Bienenmännchen also ist im Ganzen sehr einförmig. Nicht also ist es bei den Bienenweibchen der Fall.

So wie die jungen Bienenweibchen so weit sind, daß sie den Deckel ihrer Zelle zu erbrechen beginnen, um ins Freie hinauszukommen, so erwacht die Eifersucht des alten Bienenweibchens, ihrer Mutter. Sie eilt hinzu, um das junge Bienenweibchen durch ihren Stachel zu tödten; allein die Arbeitsbienen legen sich ins Mittel und verstopfen die Oeffnung zu der Zelle reichlich mit Wachs. Es entsteht nun ein wunderbarer Tumult im Bienenkorbe, in welchem sich Parteien bilden. Die Bienen des ältern Geschlechts halten es meisthin mit dem alten Bienenweibchen, und diesem schließt sich auch eine Zahl der jungen Bienenmännchen an; während die jüngere Generation den Zugang zum jungen Bienenweibchen versperrt und es zu keinem Kampfe der beiden Nebenbuhlerinnen kommen läßt.

In diesem Tumulte geschieht es, daß das alte Bienenweibchen, welches die eine Kolonie gegründet hatte, den Bienenkorb wieder verläßt, gefolgt von ihrer Umgebung und ihrem Anhang, der nun wiederum zu schwärmen beginnt, um ein neues Unterkommen zu suchen und eine neue Kolonie zu gründen.

XVIII. Tod und wunderbare Entstehung einer neuen Bienenkönigin.

Nachdem die alte Bienenkönigin davon gezogen und das Reich der jungen, ihrer Tochter, hinterlassen hat, räumen die Arbeitsbienen eifrig alles Wachs fort, das den Ausgang aus der Zelle versperrt, und nun kommt die junge Königin heraus und ihre erste That ist, daß sie nach den andern Zellen eilt, worin die weiblichen Maden oder Puppen liegen, die sie als künftige Nebenbuhlerinnen betrachtet und mit ihrem Stachel alle tödtet, die ihr das Reich einst streitig machen könnten.

Es trifft sich nun zuweilen, daß noch keine zweite weibliche Puppe hervorgekommen ist, und dann ist die junge Königin ihres vollen Sieges gewiß, sie tödtet und vernichtet sowohl die Puppen, wie die Maden, oder die noch unausgekommenen Eier aller andern weiblichen Geschwister ohne Widerstand. Wenn jedoch bereits eine zweite weibliche Biene aus ihrer Puppe herausgekommen ist, so wiederholt sich oft der Kampf. Die zweite Königin findet ebenfalls ihren Anhang, der die Zelle verwahrt und oft tagelang vor der Mörderin schützt, bis die jüngere Biene stark genug ist, einen Kampf mit der ältern Schwester einzugehen. Sofort beginnt dann dieser Kampf mit aller Heftigkeit zu entbrennen und endet zuweilen mit dem Tode der einen, oder mit dem beider, oder die ältere ist wiederum zum Auswandern genöthigt, und indem sich auch dieser ein Theil Männchen und Arbietsbienen anschließt, bildet sie einen Nachschwarm, der zwar schwach, aber auch sofort, wenn er ein Unterkommen gefunden hat, bereit ist, eine neue Kolonie zu bilden.

In der alten Kolonie aber tritt die Siegerin nun nicht minder grausam auf, wie ihre Vorgängerinnen im

Reiche, und sie vernichtet oder tödtet die noch übrigen Nebenbuhlerinnen oder wird gleichfalls zur Auswanderung gezwungen, oder sie und ihre Nebenbuhlerinnen erliegen alle dem Kampfe, und der Bienenkorb bleibt ohne weibliche Regentin.

In solchem Falle zeigt sich oft eine neue wunderbare Erscheinung. Der Tod der Königin führt die Auflösung der ganzen Bienengesellschaft herbei, wenn es nicht den Menschen gelingt, eine neue Königin herbeizuschaffen, oder den Bienen, sich eine Königin gewissermaßen zu machen.

Die Bienenzüchter erkennen den Todesfall der Bienenkönigin aus dem traurigen und thatlosen Summen der Bienen. Sie fliegen nicht mehr nach Speise aus und vollbringen keine Arbeit mehr. Alles Leben im Bienenkorbe hört auf, zum Theil fliegen die jüngern Bienen davon und suchen ein anderes Reich auf, das sie sich erst erobern müssen, zum Theil bleiben die alten im Korbe, um hier zu sterben, trotz allen Vorraths an Nahrung. Gelingt es nun dem Bienenzüchter, eine junge Bienenkönigin eines andern Korbes, oder die Made oder die Puppe einer solchen in den Korb zu bringen, so ist wieder neues Leben in dem todten Reiche. Nach kurzer Zeit schon erkennen die Bienen in dem neuen Weibchen ihre Regentin und füttern und behandeln sie wie die eingeborne Königin. — Kann jedoch der Bienenzüchter den Verlust nicht ersetzen, so tritt sehr oft der Fall ein, daß die Bienen selber sich zu helfen wissen, wenn nur in irgend einigen Zellen des Bienenkorbes noch unausgekommene Eier von Arbeitsbienen vorhanden sind.

In diesem Falle beeilen sich die Bienen, die Zellen einzureißen, und bauen mit ungemeinem Eifer statt derselben mehrere Königszellen. In diese bringen sie die Eier der Arbeitsbienen, aus welchen sonst nur Zwitter

herausgekommen wären; aber durch die besondere Nahrung die sie den ausgekrochenen Maden reichen, verwandelt sich die Natur derselben und es werden aus ihnen weibliche Maden, weibliche Puppen und endlich wirklich weibliche Bienen, die befruchtungsfähig sind, später Eier legen und die ganze Natur und alle Triebe der Bienenweibchen annehmen. Selbst die schärfste Beobachtung hat nicht vermocht, auch nur die Spur eines Unterschiedes zwischen einem solchen künstlich hergestellten Bienenweibchen und einem natürlichen zu entdecken.

Die Bienen verstehen hiernach eine Kunst, von der wir auch nicht entfernt eine Vorstellung haben; sie vermögen nach Willkür die Verwandlung eines geschlechtslosen Geschöpfes in ein geschlechtliches auszuführen.

Wir haben von dem Gesellschaftsleben der Bienen gesprochen und den Kreislauf desselben ausführlicher dargestellt, weil das Leben der Bienen am deutlichsten das Wesen des Gesellschafts-Instinkts darthut.

Man hat die Bienen mit ganz besonderem Verstand begabt dargestellt, und Vieles ist ihnen auch angefabelt worden; in Wahrheit aber rührt oft die Uebertreibung, die man in den Schilderungen des Bienenlebens findet, von falschen Uebertragungen aus den Einrichtungen menschlicher Staaten und Zustände auf den Bienenstaat her. Was wir im Leben der Bienen sehen, ist im höchsten Grade bewundernswürdig, aber es ist doch nur der Instinkt, der deshalb anstaunenswerth ist, weil wir dessen Geheimniß eben nicht zu erklären wissen. Der Gesellschafts-Instinkt ist eben ein anderer Instinkt als die bisher geschilderten. Seine Eigenthümlichkeit besteht darin, daß er die Handlungen einer großen Masse von Thieren bestimmt, und sie einem Zwecke dienstbar macht. Es ist eine eigne

Art von Instinkt, und wenn man will, ein Instinkt höherer Art; aber wenn man gerne den Verstand, das heißt: das freie Bewußtsein der Thiere, dort sehen will, wo nur der Instinkt waltet, so hat man gerade bei den Bienen am wenigsten Ursache hierzu, da gerade der Verstand am allerwenigsten alle Thiere in einer und derselben Minute zu einer und derselben Handlung treiben kann, sondern weit eher in der einen Biene anders als in der andern walten würde.

Wenn aber im menschlichen Thun und Lassen so Vieles vorkommt, das dem Instinktleben der Thiere ähnlich sieht, so rührt es nicht daher, daß das Thier eine Kraft des freien Geistes besitzt, der aus Berechnung und Ueberlegung handelt, sondern daher, daß im Menschen auch der Instinkt nicht fehlt und viele Einrichtungen in der menschlichen Gesellschaft, die anscheinend rein freiwillig entstehen, dennoch eine innere Ursache haben, die instinktartig die Menschen zu solchen Einrichtungen antreibt.

XIX. Das Gesellschaftsleben der Ameisen.

Das Gesellschaftsleben der Ameisen ist noch verwickelter als das der Bienen, und in vieler Beziehung noch wunderbarer. Auch hier leben in einer Kolonie stets drei Geschlechter: Männchen, Weibchen und Zwitter. Während die Männchen und Weibchen ursprünglich geflügelt sind, ist der Zwitter am kleinsten und ohne Flügel. Der Zwitter ist der Arbeiter, der den gemeinschaftlichen Bau unter der Erde auszuführen hat. Die geflügelten Gattungen würden auch den Bau nicht ausführen können, ohne die Flügel zu beschädigen, weshalb denn überhaupt alle In-

sekten, die unter der Erde ihre Wohnungen ausgraben, entweder ungeflügelt sind, oder, wie die Käfer, harte Deckel über den Flügeln haben, die sie vor Beschädigung schützen. Dem Ameisenzwitter liegt aber eben so, wie dem der Biene, die eigentliche Erziehung der Jugend und die Fütterung der ganzen Gesellschaft ob.

Die Wohnungen der Ameisen sind nicht minder sorgsam ausgebaut, als die der Bienen, nur sind sie nicht so sauber anzuschauen, da sie nicht aus weißem reinem Wachs, sondern aus Erde bestehen. Die Ameisen graben unter der Erde Gänge mit einzelnen Zellen und Abtheilungen dicht neben einander und bringen den Schutt nach oben, wo sie ihn über der Wohnung anhäufen. Sobald die eine Etage fertig ist, bauen sie eine zweite darauf als zweites Stockwerk und stützen dies durch besondere Pfeiler aus Spänen oder Thon. Auf das zweite Stockwerk wird noch ein drittes und auf dieses oft noch mehrere aufgesetzt und immer derart gestützt, daß die Stockwerke nicht einstürzen. Der Eingang zu ihrem Bau wird so eingerichtet, daß er sich verschließen läßt, und dies geschieht regelmäßig des Abends, während er am Morgen geöffnet wird. — Aus diesen Wohnungen führen zumeist verdeckte Gänge nach einem nahen Baume, woselbst die Ameisen ihre Lieblingskost finden, die in einem süßen Safte besteht, welchen die Blattläuse aus ihrem Körper ausschwitzen.

Indem wir sogleich auf die Eigenthümlichkeiten kommen werden, in welchen der Instinkt bei den Ameisen auftritt, wollen wir das Gesellschaftsleben der Ameisen hier näher aufführen.

Im Monat August verlassen ungeheure Schwärme von geflügelten Ameisen, Männchen und Weibchen, die Nester und erheben sich hoch in die Luft. Gleich dem der Bienen kann man diesen Ausflug die Hochzeitsfahrt nennen.

Aber es kehren von dieser nur die Weibchen zurück zur Erde und verlieren sofort ihre Flügel, während die Männchen fast unmittelbar darauf sterben oder von Vögeln vertilgt werden. Die zur Erde zurückgekehrten Weibchen begeben sich nicht nach den alten Wohnungen, sondern lassen es darauf ankommen, daß sie von Zwitter-Ameisen eingefangen werden. Diese bringen die Weibchen in die Wohnung, speisen sie daselbst und überwintern mit ihnen, indem sie alle in Winterschlaf verfallen. Im Frühjahr aber erwachen sie und die Weibchen beginnen Eier zu legen.

Wird eines der befruchteten Weibchen nicht eingefangen, so gräbt sich dasselbe einen kleinen Bau, wo es sofor Eier legt, aus welchen sich Arbeiter-Ameisen entwickeln, und diese schließen sich nun der Mutter an, pflegen sie, bauen die Wohnung kunstgerecht aus, überwintern daselbst und bilden so eine neue Kolonie.

Das Eigenthümliche im Instinkt der Ameisen besteht in der Pflege der Eier, die von den eingefangenen weiblichen Ameisen gelegt werden. Die arbeitenden Ameisen verrichten alle ihre Arbeiten fast ausschließlich zum Zweck dieser Pflege und der Erziehung der Larven, die aus den Eiern auskriechen.

Sowie das Weibchen ein Ei gelegt hat, so holt eine Arbeiter-Ameise das Ei fort und bringt es in eine Zelle. Mit der größten Sorgsamkeit tragen die Ameisen die Eier von einem Orte zum andern, bald um sie in die Sonne zu legen, bald um sie vor Regen zu schützen. Meisthin bringen sie am Morgen die Eier nach dem obersten Stockwerk ihres Baues, woselbst sie den Tag über bleiben, wenn kein Regen droht; zuweilen tragen sie dieselben auch hinaus in die freie Luft und breiten sie reihenweis im

Sonnenlichte aus. — Des Abends werden die Eier wieder in die untern Etagen gebracht. — Mit Lebensgefahr vertheidigen die Ameisen ihre Eier, wenn sie von andern Thieren ihnen entrissen werden sollen, und verwenden nicht mindere Sorgfalt, wie die Bienen, für die Speisung der Larven, die aus den Eiern auskriechen, wie für die Fütterung der Weibchen, die für die Vermehrung der Kolonie sorgen. — Man sieht hier also wiederum ein Zwittergeschlecht, das nicht zeugen und nicht gebären kann und das eigentlich die Hauptmasse der Thiergattung ausmacht, ganz außerordentliche Handlungen begehen, um ihr geschlechtloses Geschlecht nicht untergehen zu lassen, und beobachtet wiederum, wie bei den Bienen, daß der Gesellschaftstrieb gerade bei solchen Thieren am entwickeltsten ist, die sich nicht selber vermehren, nicht selber eine Familie bilden können, und also statt des leiblichen Familienlebens ein gesellschaftliches führen müssen.

Der Gesellschaftstrib ist aber deshalb so merkwürdig, weil durch ihn ganz andere Instinkte zum Vorschein kommen als bei andern Thieren. Es zeigt sich offenbar, daß sich in dem Gesellschaftsleben höhere Gaben entwickeln als im einzelnen Familienleben; und dies tritt bei den Ameisen in wunderbaren Erscheinungen hervor.

Wir haben bereits angeführt, daß die Lieblingsspeise der Ameise in dem Honig besteht, den die Blattläuse ausschwitzen. Die Ameisen verstehen es nun, diese Thierchen mit ihren Fühlhörnern so zu streichen, daß sie den Honig von sich geben, und lassen dann die Thierchen nicht nur in Ruhe, sondern sorgen sogar für ihr Wohlergehen. Man hat bemerkt, wie Ameisen die Blattläuse sorgsam auf andere Pflanzen trugen und sie dort auf die Blätter niedersetzten, damit sie ihr Futter finden und den Zuckerstoff genießen, welchen sie dann ausschwitzen sollen zum

Besten der Ameisen. Ja, viele Ameisen nehmen diese Insekten ganz und gar mit sich und behandeln sie, wie wir unsere Kühe, das heißt, sie bringen ihnen Futter und melken regelmäßig aus ihnen den Honig heraus. — Und doch ist dieser Instinkt, der die Ameise lehrt aus der Blattlaus ein nützliches Hausthier zu machen, nicht das Merkwürdigste an den Ameisen, sondern ihre gegenseitigen Kämpfe und die Art, wie sie ihre Siege benutzen, sind so einzig in der Thierwelt, daß wir sie hier nicht mit Stillschweigen übergehen können.

Es kommt oft vor, daß Ameisen, nachdem sie ihre Bauten eine Zeit lang haben ruhen lassen, sich einer Art Müssiggang ergeben und nun auf Raub ausziehen gegen andere Ameisen, welche sie mit Gewalt forttragen und in ihre Zellen bringen, denen sie auch die Eier und die sie nährenden Blattläuse rauben, und welche sie nun zwingen, bei ihnen als Gefangene zu leben und wie Sklaven alle Arbeiten für sie zu verrichten.

Das Beispiel, daß ein Thier ein anderes seiner Gattung gewaltsam beherrscht und es zum Sklaven für sich macht, steht hier einzig da und giebt uns einen Begriff, wie der Instinkt des Gesellschaftslebens ganz eigenthümliche andere Instinkte mit sich zur Folge haben kann. Der gefangene Ameisenhaufen lebt nun bei dem herrschenden und verrichtet da alle Arbeiten. Er erzieht die Jungen des herrschenden Geschlechtes, baut die Nester desselben, füttert deren Larven, beschäftigt sich mit deren Eiern und verrichtet mit einem Worte Alles, was die herrschende Klasse selber hätte verrichten sollen.

Nur in Einem Punkte zeigt sich die herrschende Klasse thätig, nämlich in der Vertheidigung ihrer Wohnungen bei Ueberfällen von Feinden. In solchem Falle sind weder die Sklaven noch die Weibchen oder die

Männchen der Kolonie thätig, sondern einzig und allein die herrschenden Zwitter. Sie greifen Feinde an und schlagen sie zurück und entwickeln hierbei eben so viel Geschicklichkeit als Muth, ja man hat sogar die List bei ihnen beobachtet, daß sie Hinterhalte legen und ihre Feinde bis in diese hineinlocken, um sie dort zu vernichten. Es bildet daher die herrschende Klasse die eigentlichen Soldaten des Ameisenstaates, weshalb man sie auch mit diesem Worte bezeichnet hat.

Der höchste Grad der Ausbildung dieses Instinkts aber findet sich bei den Termiten, zu denen wir jetzt auch übergehen wollen.

XX. Das Gesellschaftsleben der Termiten.

Die Termiten sind eine Art Ameisen, die gleichfalls in Gesellschaften leben, in welchen nur ein einzig Männchen und ein einzig Weibchen vorhanden sind, während die Geschlechtslosen, die die eigentliche Gesellschaft ausmachen, aus zwei Gattungen bestehen: aus Arbeitern und aus Soldaten.

Die Termiten leben nur in den heißen Zonen. Die Männchen und Weibchen sind fast einen halben Zoll lang und haben bis zum Moment der Begattung Flügel. Die Arbeiter sind ohngefähr dreimal so groß als unsere gewöhnlichen schwarzen Ameisen, während die Soldaten sich durch eine dicke Figur und einen Kopf auszeichnen, der so groß ist wie ihr übriger Körper. Auch die Fangwerkzeuge der Soldaten bestehen aus starken und scharfen Pfriemen, die sie am Kopfe haben, und mit welchen sie eben so heftig verwunden als energisch sich an ihren Feind festhalten können.

Das Gesellschaftsleben dieser Thiere ist dem der Ameisen sehr ähnlich. Die mit Flügeln versehenen Männchen und Weibchen fliegen in ungeheuren Schwärmen Abends oder Nachts aus, verlieren aber, sobald sie zur Erde nieder gelangen, die Flügel und werden zu vielen Tausenden ein Raub der Vögel und anderer von Insekten lebender Thiere. Ein Paar jedoch, ein Männchen und ein Weibchen, werden von den arbeitenden Termiten eingefangen und in ihren Bau gebracht, woselbst das Weibchen Eier legt, aus denen sich Arbeiter, Soldaten und Männchen und Weibchen entwickeln, und welche alle von den Arbeitern gepflegt, erzogen werden, bis wiederum Männchen und Weibchen ausfliegen und, wenn sie eingefangen werden, eine neue Kolonie gründen. Im Haushalte dieser Gesellschaft leben die Soldaten geschlechtslos und unthätig, und haben gar keine andere Bestimmung, als die Kolonie zu schützen.

Das wunderbarste in diesem Gesellschaftsleben ist der Bau der Wohnung und die Vertheidigung derselben gegen Feinde.

Der Bau wird einzig und allein von den Arbeitern aufgeführt. Er besteht aus ganz festem Thon und erhebt sich kegelförmig bis zu einer Höhe von 10 bis 12 Fuß, so daß man von außen einen weißen breiten Kegel aus Thon vor sich sieht, der zweimal so hoch ist wie ein Mensch und unten im Umfange oft so weit ist, wie eine kleine Wohnstube. Dieser kegelförmige Hügel ist so fest, daß man ihn ohne Gefahr erklettern und auf der Spitze stehen kann. Im Innern desselben sind unzählige Zellen und Gänge, Magazine und Galerien angelegt, die außerordentliche Sorgfalt und Kunst verrathen.

Das eingefangene Männchen und Weibchen, die man „König und Königin" nennt, leben in einer Zelle, die

von den Arbeitern rings vermauert ist, so daß nur eine kleine Oeffnung bleibt, durch welche wohl die Arbeiter, aber weder ein Weibchen oder Männchen ein noch aus können. Der Leib des Weibchens schwillt nun in dieser Zelle ungeheuer an und verlängert sich wurmartig. Die Arbeiter verlängern daher fortwährend die Zelle, ohne die Gefangenen darin hinauszulassen. Endlich beginnt das Weibchen Eier zu legen und zwar stößt es dieselben fortwährend aus, so daß es an einem Tage an 80,000 Eier legen soll. Die Arbeiter holen diese Eier fort, bringen sie nach bestimmten Zellen und sorgen für deren weitere Entwicklung. Die Gestalt der königlichen Wohnung ist wie ein Gewölbe mit einer Kuppel und flachem Boden geformt, so daß die Wohnung wie ein halbes Ei oder ein kleiner gewölbter Backofen aussieht; dieselbe ist oft eine Elle lang und eine halbe Elle breit und hoch.

Im höchsten Grade bewunderungswürdig sind die Gänge und Kanäle, die ringsum gebaut sind, und die auf- und abwärts bald zu den Zellen der Eier, bald zu den Magazinen führen, die mit Baumharz gefüllt sind, welcher den Termiten zur Speise dient. Die Arbeiter der Termiten eilen ab und zu, um das königliche gefangene Ehepaar zu füttern, um die Jungen zu pflegen und den Soldaten die Speisen zu bringen, die sich zu keiner Arbeit verstehen, als zu der einzigen, das Reich zu vertheidigen. Wenn nun das junge Geschlecht ausgekommen ist, so besteht die allergrößte Zahl desselben aus Arbeitern, die geringere Zahl aus Soldaten und die kleinste Zahl aus Männchen und Weibchen, die aber dennoch zu Tausenden vorhanden sind. Die Männchen und Weibchen, die, so lange sie nicht ausgeflogen sind, Flügel haben, leben in völligem Müssiggange, verstehen sich weder zum Arbeiten noch zur Vertheidigung, und werden wegen dieses Müssig-

ganges fälschlich der „Adel" genannt, weil nur aus ihnen „Könige und Königinnen" werden können. — In Wahrheit jedoch sind sie nur die Stammhalter der künftigen Termiten, und wir haben es bereits angeführt, daß sie, sobald sie reif sind, ausfliegen und meist umkommen, wenn nicht ein Theil der jungen Generation von Arbeitern und Soldaten einzelne von ihnen einfangen und ein neues Reich bilden.

XXI. Der Soldatenkrieg der Termiten.

Die Kriegführung der Termiten und die Thätigkeit der Soldaten ist wunderbar. Oken erzählt hiervon Folgendes:

Haut man mit einer Axt oder mit einem andern Werkzeuge eine Oeffnung in einen Hügel, so ist der erste Gegenstand, welcher Aufmerksamkeit verdient, das Betragen der Soldaten. Sobald der Schlag geschehen ist, kommt ein Soldat heraus, geht um das Loch herum, und scheint die Beschaffenheit des Feindes oder die Ursache des Angriffs zu untersuchen. Dann geht er zu dem Hügel, giebt ein Zeichen, und in kurzer Zeit stürzen große Korps so schnell als es die Oeffnung erlaubt, heraus. Die Wuth, welche die streitenden Insekten verrathen, ist schwer zu schildern. In ihrem Eifer, den Feind zurückzutreiben, stürzen sie sich oft von den Seiten des Hügels herab; zugleich sind sie äußerst schnell und beißen Alles, was ihnen vorkommt. Dies Beißen, verbunden mit dem Schlagen ihrer Zange auf das Gebäude, verursacht ein zitterndes Geräusch, das etwas heller und lebhafter ist, als das Picken einer Taschenuhr, und in einer Entfernung von drei bis vier Fuß gehört werden kann. Wäh-

rend des Angriffs sind sie in der heftigsten Bewegung und Unruhe. Wenn sie irgend einen Theil des menschlichen Körpers erreichen, so machen sie sogleich eine Wunde, die so viel Blut von sich giebt, als sie selbst schwer sind. Greifen sie das Bein des Menschen an, so dehnt sich der Blutfleck auf dem Strumpfe weiter als einen Zoll aus. Ihre krummen Kinnladen treffen beim ersten Bisse sogleich auf einander; sie halten unablässig fest und lassen sich lieber in Stücke zerreißen, als daß sie den geringsten Versuch zur Flucht machen. Ist aber Jemand außer ihrem Erreichungskreise und beunruhigt sie nicht weiter, so ziehen sie sich in weniger als einer halben Stunde in ihr Nest zurück, als wenn sie voraussetzten, der Feind, der ihre Burg angriff, sei geflohen. Kaum sind die Soldaten alle hinein, so setzen sich schon die arbeitenden Insekten in Bewegung, eilen nach den beschädigten Theilen hin und jedes von ihnen hat eine Quantität zubereiteten Mörtels im Munde. Diesen Mörtel kleben sie, sobald sie ankommen, auf die Bresche und führen ihre Arbeit mit einer solchen Eile und Leichtigkeit aus, daß sie, ungeachtet ihrer ungeheuren Anzahl, einander doch nie hindern oder aufhalten. Während dieser scheinbaren Unruhe und Verwirrung wird der Zuschauer sehr angenehm überrascht, wenn er nach und nach eine regelmäßige Mauer entstehen und den Riß ausgebessert sieht. Während die Arbeiter hiermit beschäftigt sind, bleiben fast alle Soldaten inwendig, außer daß unter sechshundert bis tausend Arbeitern hin und wieder einer umhergeht, der aber nie den Mörtel berührt. Ein Soldat nimmt indessen seinen Posten immer dicht an der Mauer, welche die Arbeiter aufbauen. Er dreht sich gemächlich nach allen Seiten, und in einer Zeit von ein paar Minuten hebt er seinen Kopf in die Höhe, schlägt mit seiner Zange auf das Gebäude und macht

das vorhin erwähnte zitternde Geräusch. Ein lautes Gezisch erfolgt sogleich aus der innern Seite der Kuppel und allen unterirdischen Höhlen und Zugängen, und es wird nach jedem solchen Zeichen mit doppelter Eile und Thätigkeit gearbeitet. Ein neuer Angriff verändert indeß sogleich die Scene. Sobald ein Schlag geschieht, laufen die Arbeiter mit der größten Schnelligkeit in die Röhren und Gallerien, womit das Gebäude durchlöchert ist. In wenig Sekunden sind sie alle verschwunden, und die Soldaten stürzen eben so zahlreich und rachgierig wie zuvor heraus. Finden sie keinen Feind, so kehren sie gewöhnlich wieder in den Hügel zurück, und bald nachher erscheinen die Arbeiter eben so beladen, eben so thätig und eifrig wie vorher, mit einigen Soldaten hie und da unter ihnen, die wieder dasselbe Geschäft haben, daß einer oder der andere von ihnen das Zeichen giebt, die Arbeit zu beschleunigen. Auf diese Art kann man sie, so oft man will, zum Streiten oder Arbeiten herauskommen sehen, und man wird gewiß immer finden, daß die eine Klasse sich nie darauf einläßt, zu fechten, oder die andere, zu arbeiten, wie groß auch die Noth sein möge.

Die Tapferkeit und hartnäckige Gegenwehr dieser Thiere macht es äußerst schwer, ihren innern Bau genau zu beobachten. Ihre Soldaten fechten bis auf's Aeußerste und vertheidigen jeden Zoll des Bodens so gut, daß kein Mensch, ohne viel Blut zu verlieren und sich den empfindlichsten Schmerzen auszusetzen, ihm nahe kommen kann. Auch läßt ein Gebäude sich nicht leicht in eine solche Lage bringen, daß man seine inneren Theile ohne Störung betrachten könnte. Denn während die Soldaten die Außenwerke vertheidigen, verrammeln die Arbeiter alle Wege und verstopfen die vielen Gallerien und Durchgänge, die zu den verschiedenen Zellen und besonders zu den könig-

lichen führen. Sie füllen nämlich die Eingänge zur königlichen Zelle so künstlich an, daß sie von außen wie ein Thonklumpen aussieht und durch nichts als durch die Schaaren von Arbeitern und Soldaten, die um sie herum beschäftigt sind, erkannt werden kann. Nimmt man dennoch die königliche Zelle heraus, so entsteht ein Leben und eine unglaubliche Thätigkeit unter den mehreren hundert Dienern, die sich gewöhnlich in dem Hauptgemache neben dem königlichen Paare befinden. Alle laufen mit äußerster Bekümmerniß um den König und die Königin, füttern sie, sorgen für ihre Eier und vertheidigen sie auf's Aeußerste.

XXII. Eigenthümlichkeiten der Zwitterthiere.

Wir haben es bereits erwähnt, daß gerade die höchsten Kunstfähigkeiten des Instinkts sich im Gesellschaftsleben der Thiere kund geben, das heißt bei solchen Thieren, die in großen Gesellschaften leben, und zwar hauptsächlich dann, wenn diese Gesellschaften den Charakter organisirter Gesellschaften an sich tragen, in welchen die Theilung der Arbeit stattfindet. Wunderbar ist es, daß dieses in der Thierwelt nur dort vorkommt, wo ein Zwittergeschlecht den Haupttheil der Gesellschaft ausmacht; es gewinnt hierdurch den Anschein, als ob die Natur, die diesen Thieren den Trieb der Fortpflanzung versagt, ihnen andere Triebe verliehen hat, die ihrem Dasein eine Art geistigen Werth verleihen.

Wir haben dies bei den Bienen, Ameisen und Termiten gesehen und wissen kein Beispiel anzuführen, wo bei andern nicht zwitterhaften Thieren ein Gleiches stattfindet. Was man sonst immer außerordentlich Wunder-

bares von den Biebern erzählt, hat sich in neuerer Zeit als große Uebertreibung erwiesen.

Wir haben noch über eine Eigenthümlichkeit grade dieser Zwitterthiere etwas Besonderes hervorzuheben.

Es steht über allen Zweifel fest, daß grade die Gesellschaftsthiere die Kunst der Mittheilung gegen einander besitzen. Es fehlt uns aber durchaus jeder Maßstab, die Art der Mittheilungsweise zu beurtheilen. — Wenn Elephanten von Führern geleitet werden, wenn Affen Posten ausstellen, die Nachrichten über das Nahen eines Feindes geben, so setzt dies freilich eine Art Verständigung zu bestimmten Zwecken voraus, indessen läßt diese sich doch noch immer auf gewisse Naturinstinkte zurückführen. Vielleicht ist das, was man als ausgestellte Posten bei den Affen ansieht, nur eine halbbewußte Einrichtung der Affen. Sie ziehen zwar in großen Gesellschaften einher, aber nicht so geordnet, daß sie geschlossene Kolonnen ausmachen. Es werden sich immer einzelne Affen zu beiden Seiten, wie im Vortrab und Nachtrab, befinden, und wenn diese unwillkürliche Schreie ausstoßen, sobald sie Gefahr merken, und dadurch den Haupttrupp davon benachrichtigen, so versehen sie zwar den Dienst ausgestellter Posten, aber sie sind es dennoch keineswegs in dem Sinne menschlicher Handlungsweise. Außerdem ist die Mittheilungsart durch Schreien oder sonst hörbare Zeichen uns mindestens nicht unbegreiflich.

Nicht so ist es mit den Mittheilungen, die zwischen Insekten beobachtet worden sind, deren Leben wir hier näher geschildert haben. Die Mittheilung ist nicht wie beim Schrei eine vielleicht unwillkürliche, die das, was mitgetheilt werden soll, mehr verräth als mittheilt; sie ist auch nicht eine, die nur eine unbestimmte Nachricht giebt, wie die von Gefahr, und ist auch endlich nicht eine hör-

bare, von der wir uns mindestens eine Vorstellung machen können, sondern es geschieht die Mittheilung zwischen Insekten ganz anders.

Eine Biene, eine Ameise eilt auf die andere zu und befühlt sie mit den Fühlhörnern und giebt ihr auf diese Weise eine Nachricht, die diese ganz in ähnlicher Weise einer andern macht. Jede, die es nun weiß, bringt die Nachricht in gleicher Weise weiter zur Kenntniß der Andern, bis die ganze Gesellschaft den neuen Vorfall kennt und hierauf ihre Maßregeln ergreift. Man hat solche Mittheilungsart bei den Bienen immer beobachtet, wenn eine Bienenkönigin gestorben ist; bei den Ameisen, wenn zwischen dem einen Haufen und einem andern ein Kampf ausbricht.

Und dies ist freilich etwas ganz Andres, als z. B. die Mittheilungen unter den Affen. Das Insekt thut dies nicht unwillkürlich, wie man einen Schrei thut, sondern es ist fast unzweifelhaft ein Akt des Willens. Das zweite Thier vernimmt nicht etwas, woraus es unbestimmt eine Gefahr merkt, sondern nimmt schon eine bestimmte Nachricht auf. Endlich ist die Art, durch die Fühlhörner sich mitzutheilen, für uns unbegreiflich, da wir eine ähnliche Mittheilungsweise nicht besitzen. Man kann dies nicht mit unsern Pantomimen vergleichen, denn diese sind eine Bildersprache, in welcher der Mittheilende den Vorgang, den er erzählen will, gewissermaßen mit dem eignen Körper vorstellt und durch Mienen die Empfindungen hinzu malt. —

Die Mittheilungsweise unter den genannten Insekten ist daher für uns unerklärlich und wahrscheinlich für ewig für den Menschen unergründlich, da ihm das Organ fehlt, durch welches die Mittheilung gemacht wird.

Indem wir jetzt zur letzten Gattung des Instinkts, zum Wander-Instinkt kommen, werden wir eine andere

uns völlig unerklärliche Fähigkeit bei Thieren beobachten, die auch wohl niemals erforscht werden wird, weil uns die Natur auch nicht einmal in geringem Maße jene Fähigkeit verliehen hat, die einzelne Wanderthiere in hohem Grade besitzen.

XXIII. Der Wander-Instinkt der Thiere.

Der Wander-Instinkt der Thiere zeigt sich bei vielen Gattungen, sowohl bei solchen, die auf dem Lande, wie bei solchen, die im Wasser leben; am bekanntesten sind die Wanderungen der Vögel, deren Züge den Wechsel der Jahreszeit und der Temperatur ziemlich genau verkünden.

Im Allgemeinen ist der Wander-Instinkt mit dem Instinkt, die Nahrung aufzusuchen, übereinstimmend, und fast immer geschehen diese Wanderungen in großer Gemeinschaft, selbst wenn die Thiere, sobald sie ihren zeitweiligen Aufenthaltsort erreicht haben, sich zerstreuen und vereinzelt ihr Leben führen.

Die Affen wandern oft in großen Zügen umher und schwingen sich dabei durch ganz ungeheure Wälder von Baum zu Baum. Ihre Schaaren sind dabei oft so groß, daß es höchst gefahrvoll ist, ihnen zu begegnen. Diese Wanderung ist nicht gerade von der Jahreszeit abhängig, sondern steht mit dem Suchen der Nahrung in Verbindung, so daß die Auswanderung dann beginnt, wenn die Nahrung an einem Orte zu fehlen anfängt.

In heißen Weltgegenden giebt es eine Art Wanderameise, die in ungeheuern Zügen Reisen macht. Ihre Zahl ist so furchtbar groß, daß die Fluren, über die sie hinziehen, schwarz bedeckt sind, so weit das Auge reicht. Auf ihrem Wege bleiben Felder und Waldstrecken vollkommen kahl zurück. Wo sie auf Wohnungen treffen, wissen

die Menschen nichts Besseres zu thun, als die Wohnungen auf einige Tage zu verlassen, da nicht ein Winkelchen im Hause sicher bleibt vor den Besuchen dieser Thiere. Sie verbreiten sich über Dach, Boden, Keller und Küche, und hausen daselbst, bis sie der Instinkt zur Weiterreise antreibt. Dafür aber reinigen sie das Haus auch vollständig von Ratten, Mäusen und Schaben, und deshalb sehen die Bewohner Ostindiens die Züge der „Besuchs-Ameise“ zuweilen nicht ungern.

Die Wanderungen, die Fische antreten, gehören zu den bekanntesten Erscheinungen, auf welche sogar oft Tausende von Menschen mit Sehnsucht warten, indem sie ihnen den Lebensunterhalt gewähren. Die Häringe z. B. kommen milliardenweise aus uns unbekannten Gegenden des Meeres an die Küsten der Ost- und Nordsee, und erscheinen so regelmäßig, daß man auf ihr Kommen und Gehen wie auf den Sonnenauf- und Untergang zählen kann.*)

Am bekanntesten aber sind die Wanderungen der Vögel, deren Reisezüge gewiß von Jedermann mit Interesse beobachtet werden, denn schon die Ordnung der Züge ist auffallend und eigenthümlich bei jeder verschiedenen Gattung, und bei vielen bemerkt man so wunderbare Erscheinungen, daß man den sie treibenden Instinkt in hohem Grade räthselhaft nennen muß. Die Schwalben, die Kraniche, die Wachteln und die Drosseln haben jede ihre bestimmte Reisezeit und besondere Art des Zuges. Die Bachstelzen ziehen in einem langen Striche hinter einander durch die Luft; die wilden Gänse und Enten ziehen keilförmig ihren Weg dahin; die Schwalben gehen in breiten

*) In neuerer Zeit ist auf Grund mehrfacher Beobachtungen die Ansicht geltend gemacht worden, daß die Häringe nicht von fernen Gegenden, sondern aus der Meerestiefe an die Küste kommen, um daselbst zu laichen.

Reihenzügen von dannen und die Stare wälzen sich in großen Haufen dahin, indem sie immerfort um einander einen Wirbelflug machen.

Die Züge der Vögel gehen im Herbste alle von Norden nach Süden. Das Bedürfniß in wärmerer Luft zu leben, woselbst sie Insekten und Früchte als Speisen vorfinden, führt sie nach den wärmeren Gegenden, sobald die kalte Jahreszeit naht. Trotzdem ist es nicht eigne bewußte Vorsicht der Thiere, die sie von dannen führt, sondern es treibt sie ein blinder Instinkt, der auch bei solchen Vögeln wirksam ist, die man in Zimmern hält, wo sie von der Kälte nicht zu leiden hatten, und denen man Futter giebt, ohne daß sie es aufzusuchen brauchen. Ja, auch bei solchen Vögeln, die man aus den Eiern aufzog, die also niemals eine Wanderung ihrer Genossen gesehen haben, beobachtete man eine Unruhe um die Zeit, wo ihresgleichen sich zur Wanderung aufmacht, und sie traten sofort die Wanderung mit an, sobald man sie frei ließ.

XXIV. Der Wander-Instinkt der Störche.

Der Flug der Wandervögel ist ungeheuer schnell und ihr Zug ist außerordentlich andauernd. Die Störche fliegen in der Auswanderung an 30 Meilen in der Stunde; ihre Züge sind oft so groß, daß sie trotz des schnellen Flugs Stunden lang sichtbar bleiben, und dabei fliegen die Störche nicht einzeln hinter einander, sondern in ziemlich breiten Kolonnen. Das Wunderbarste an den Zügen der Störche aber ist die Eigenthümlichkeit, daß sie nicht wie andere Zugvögel durch's Jahr wandern und von einem Orte zum andern ziehen, wo sie Nahrung und zusagende Wärme haben, sondern daß sie zwei regelmäßige feste Wohnsitze haben, den einen im Norden, bei uns, den

andern im Süden, an der ägyptischen Küste, und ihre Züge direkt und regelmäßig von der einen Heimath nach der andern gehen, um an jedem dieser Orte eine bestimmte Zeit zuzubringen.

Das Auffallende beim Wander-Instinkt des Storches liegt darin, daß er regelmäßig seine vorjährige Heimath wieder auffindet und sein Nest, das er einmal aufgebaut, wieder ausbessert und bewohnt. Der Storch, der auf einer Dorfscheune, auf dem Giebel eines Bauernhauses sein Nest aufgeschlagen, kommt aus Afrika, einen Weg von tausend Meilen her, fliegt über Tausende von Dörfern hinweg, läßt rechts und links viele Tausende von ähnlichen Orten liegen und kommt, ohne zu irren, geradesweges auf seine Heimath zu und nimmt sie wieder in Anspruch.

Der beste Geograph der Welt, mit den besten Landkarten versehen, vermöchte sich nicht zurechtzufinden, ohne die Astronomie zu Hilfe zu rufen und die genaueste Messung in Länge und Breite vorzunehmen. Der Seefahrer muß zu außerordentlichen Instrumenten die Zuflucht nehmen, um mitten im Meere die Gegend zu erkennen, nach welcher er hinzusteuern hat. Er muß den Stand der Sonne mit dem Gange seiner sorgfältig gearbeiteten Schiffsuhr vergleichen, und ist dennoch oft auf Meilen weit unsicher über den Ort, wo er sich augenblicklich befindet, und solch ein Thier durchzieht die Luft mit unglaublicher Schnelligkeit, durcheilt dieses stürmischere Meer hoch über den Wolken hin, die ihm sogar den Anblick der Erde entziehen, und irrt nicht und findet seinen Weg direkt zu dem Dachgiebel, wo er vor einem halben Jahre gehaust hat!

Hier waltet ein Instinkt ob, der um so unbegreiflicher ist, als er weder mit der Erhaltung noch der Fortpflanzung, noch der Ernährung des Thieres in einem unmittelbaren Zusammenhange steht; denn die Nothwendigkeit,

dasselbe Nest als sein alleiniges Eigenthum sein ganzes Lebenlang zu bewohnen, wo auf dem Wege viele Tausend solcher Nester da sind, deutet auf einen Trieb des Eigenthums hin, welchen hier die Natur selber geheiligt zu haben scheint. Nur äußerst selten findet sich ein fremder Storch in einem fremden Neste ein, und wahrscheinlich nur, wenn sein eigenes durch Unglück oder Muthwillen während seiner Abwesenheit zerstört worden ist; aber wenn der wirkliche Eigenthümer dazu kommt, so entsteht ein Kampf zwischen den Störchen um den Besitz, der nur mit der Flucht des Eindringlings oder dem Tode des einen Kämpfenden endet. Man hat noch nie bemerkt, daß der rechtliche Eigenthümer geflohen sei, wenn auch der Eindringling weit stärker war; lieber läßt er sich tödten, ehe er sein Recht aufgiebt. Der Eindringling dagegen hat das Gefühl des Rechts nicht und ergreift die Flucht, wenn er einen Besitzer findet, der ihn bewältigen kann.

Wir können bei dieser Gelegenheit eine Eigenthümlichkeit, die bei der Wanderung der Störche beobachtet worden ist, nicht unerwähnt lassen, obwohl diese noch völlig unerklärt ist und man keinen Begriff davon hat, was eigentlich da vorgeht.

Wenn der Winter naht und die Störche sich zur Abreise anschicken, versammeln sich alle Störche der Gegend zu einem gemeinsamen Zuge und treffen mit andern gleichen Zügen bald zusammen, um die Reise gemeinschaftlich zu machen. Bevor aber der Zug ins Weite hinaus beginnt, läßt sich die Storchgesellschaft gemeinhin auf ein Feld nieder und schließt da einen großen Kreis, in dessen Mitte ein oder zwei Störche bleiben. Nach vielem Klappern mit den Schnäbeln fallen die Störche über die im Kreise sich befindenden her und tödten sie, und sodann erhebt sich der Zug sofort und zieht von dannen. — Man nennt

diesen Vorgang den **Gerichtstag** und will darin eine Art Rechtspflege erkennen gegen irgend welche verbrecherische Störche; allein es ist wahrscheinlicher, daß die schwächlichen und kranken Störche in solcher Weise getödtet werden, die den Zug nicht würden mitmachen können und ohnehin umkommen würden. Jedenfalls ist dieser räthselhafte Vorgang höchst wunderbar und findet in der Thierwelt nichts Aehnliches, womit er verglichen werden kann.

Der Instinkt, die Heimath und das eigne gebaute Nest wieder aufzusuchen, wird wohl bei vielen Vögeln vorkommen; bei den Schwalben ist er schon oft beobachtet worden. Der Naturforscher Spallanzani hat durch achtzehn Frühlinge ein und dasselbe Schwalbenpaar in ein und dasselbe Nest wiederkehren sehen.

XXV. Die Taube.

Die auffallendste Erscheinung von Thierwanderungen bietet die Wandertaube dar; wir müssen aber zuvor auch der künstlich abgerichteten Brieftauben erwähnen, deren Heimathssinn jeden menschlichen Begriff übersteigt. Die Taubenpost zwischen Bordeaux und Brüssel, die jahrelang betrieben und zu wichtigen Zwecken benutzt wurde, ist eine allgemein bekannte Thatsache und beruht darauf, daß die Tauben, die in verschlossenen Körben meilenweit fortgeführt werden, sofort nach der Heimath fliegen, sobald man sie in Freiheit setzt. — Interessanter noch ist ein Versuch, der hier in Berlin von einigen Taubenliebhabern gemacht wurde. Zwei Brieftauben, die im Jahre 1849 von Aachen nach Berlin und zwar auf der Eisenbahn in verschlossenen Körben gebracht worden sind, waren noch niemals mehr als sechs Meilen von Aachen entfernt gewesen. Als man sie hier in Berlin mit Briefen versehen nach einander

aufsteigen ließ, fand sich die eine schon nach zwei und einer halben Stunde in Aachen ein, während die andere gegen vier Stunden zu dieser Reise brauchte. Beide Tauben hatten sich sofort, als sie freigelassen worden, hoch in die Luft erhoben, flogen in weiten Kreisen ein paar Mal herum und gingen dann in gerader Richtung nach der Gegend hin, wo Aachen liegt.

Wir brauchen es nicht zu erwähnen, daß die Kugelgestalt der Erde es unmöglich macht, selbst von bedeutender Höhe herab von Berlin bis nach Aachen zu sehen. — Die Thatsache ist daher völlig unerklärlich.

Wenn wir der Wandertaube hier noch besonders erwähnen, so geschieht es, weil im Leben dieser Thiere einige Eigenthümlichkeiten vorkommen, die sich sonst selten finden, und sich hier eine Vereinigung des Wander-Instinkts und des Gesellschafts-Instinkts in hohem Grade zeigt.

Die Wandertauben sind in Nordamerika heimisch und sie finden sich in so großen Gesellschaften auf längere Zeit in einzelnen Waldstrecken ein, daß ihre Zahl alle Begriffe übersteigt.

Wo sie sich in einem Walde niederlassen, nehmen sie oft einen Raum von vielen Meilen ein. Vor einigen Jahren füllte im Staate Kentucky eine solche Niederlassung der Wandertauben einen Waldraum von nahe zehn deutschen Meilen Länge und einer deutschen Meile in der Breite aus. Auf dieser ganzen Strecke war fast jeder Baum mit Nestern bedeckt; als sie abzogen, war der Boden mehrere Zoll hoch mit ihrem Dünger belegt, alles weiche Gras der Gegend und sämmtliches Buschholz abgefressen und viele Zweige hoher Bäume waren gebrochen von der Last der klumpenartig über einander sich niederlassenden Vögel. Die Spuren solcher Verwüstungen sind oft Jahrelang sichtbar, gleichwohl aber ist ihr Erscheinen

den Einwohnern und namentlich den Indianern willkommen, denn die jungen Vögel, von denen nur einer in jedem Neste sich vorfindet, sind groß und ganz außerordentlich fett, und ihr Schmalz ist als Speise sehr angenehm.

Das Auffallende dieser Erscheinung ist, daß die Wandertauben das Land sehr unregelmäßig durchstreifen, und kommen und gehen, ohne daß man jene Ordnung nach Zeit und Umständen bei ihnen findet, die sonst alle Erscheinungen des Instinkts an sich tragen. Der berühmte amerikanische Naturforscher Wilson giebt die Zahl eines einzigen solchen Zuges auf zweitausend Millionen an. Ein anderer zuverlässiger Schriftsteller erzählt von einem solchen Zuge Folgendes: „Die Luft war so voll von jenen Vögeln, daß das Licht der Mittagssonne wie bei einer Sonnenfinsterniß verdunkelt war und der Koth dicht wie Schneeflocken herabfiel. Vor Sonnenuntergang kam ich zu Luisville, das fünfundfunfzig englische Meilen entfernt ist, an; aber noch zogen die Tauben in eben so dichten Schaaren vorüber, und der Zug derselben dauerte noch drei volle Tage; während dieser Zeit war die ganze Bevölkerung des Landes unter dem Gewehr, um Jagd zu machen."

Das fast Unglaubliche dieser Mittheilung findet durch Berichte deutscher Reisenden seine Bestätigung, noch mehr aber durch eine andere Naturmerkwürdigkeit, die gegenwärtig sogar eine wichtige Rolle in der Politik spielt und die ebenfalls von Wandervögeln herrührt, die von Zeit zu Zeit ihren Sitz auf einigen Felsen des stillen Meeres nehmen.

Der politische Streit um den Besitz der Guano-Insel ist bekannt. Diese Inseln sind nicht etwa durch den Raum, den sie einnehmen, ein Gegenstand des Streites, denn sie bestehen nur aus zwei ganz öden hohen Gebirgs-

klumpen, auf welchen kein Baum und kein Strauch wächst. Aber diese Klumpen sind der vorzüglichste Dünger der Welt, und Schiffsladungen davon werden mit hohen Preisen bezahlt und nach allen Weltgegenden als kostbare Waare versendet. Und doch ist dieser Dünger nichts anderes als der Unrath einer Sorte von Vögeln, die millionenweise auf diesen Inseln brüten und deren Kothmassen solch hohe Gebirgsklumpen aufgethürmt haben, daß man wohl noch Jahrzehnte lang wird im Stande sein, die unfruchtbarsten Strecken der civilisirten Welt damit zu düngen. Der Werth dieser Inseln ist so groß, daß möglicherweise einmal ein Streit zwischen den Engländern und den Amerikanern zu einem Kriege führen könnte, denn man hat berechnet, daß wenn der Dünger in den untern Lagen dieser Gebirgsklumpen so vortrefflich sein sollte, wie er es in den obern Schichten ist, alles bisher gefundene kalifornische Gold zu gering wäre als Preis für diese Inseln.

Und doch besteht dieser Dünger nur aus dem Unrath von Vögeln, die von Fischen leben, welche sie aus dem Meere herausholen und die wahrscheinlich viele Jahrtausende dort ihren Sammelplatz gehabt haben müssen, um eine solche Masse davon aufthürmen zu können. Nach einer Schätzung der obern frischern Schichten muß die Zahl der dort hausenden Vögel viele Millionen betragen. —

Indem wir nunmehr die einzelnen Arten des Instinkts der Thiere näher betrachtet haben, wollen wir nun in aller Kürze von den Fähigkeiten der Thiere sprechen, die sie nicht mehr instinktmäßig, sondern durch den Umgang und die Erziehung der Menschen erhalten haben, um sodann mit einigen Betrachtungen über die Natur des Instinkts unser Thema beschließen zu können.

XXVI. Der Einfluß der menschlichen Umgebung auf den Instinkt der Hausthiere.

Wenn wir den Einfluß kennen lernen wollen, den der Umgang und die Erziehung des Menschen auf den Instinkt des Thieres ausübt, so dürfen wir nicht auf Menagerien blicken, wo man wilde Thiere gezähmt und sogar zu gewissen Kunststücken abgerichtet sieht, denn hier ist der alte Instinkt nicht geändert und neue Instinkte nicht angeregt. Man sieht daselbst nur eine bloße gewaltsame Zähmung und Abrichtung eines einzelnen Thieres und zumeist nur in Beziehung auf den einzelnen Menschen, den Zuchtmeister und Wärter. Außerdem sind Fälle bekannt, wo selbst diese durch die leiseste Unvorsichtigkeit ein Opfer ihrer Züchtlinge wurden.

Der Einfluß des menschlichen Umgangs und seiner Erziehung auf den Instinkt des Thieres zeigt sich bei den Hausthieren, und wir werden einzelne Fälle hieraus näher betrachten. Vor Allem jedoch müssen wir hervorheben, daß die Natur selber das Thier zu solcher Erziehung durch den Menschen vorgebildet haben muß und zwar durch den Instinkt der Geselligkeit.

Ein Thier, das im wilden Zustande gesellig mit seinesgleichen lebt, kann ein Hausthier werden und Eigenschaften und sogar Instinkte annehmen, die hoch an Verstandesthätigkeit grenzen; Thiere aber, die im wilden Zustande nicht gesellig leben, werden niemals wirkliche Hausthiere, trotzdem sie gezähmt und sogar in ihrer Natur wesentlich verändert werden können.

Ein schlagendes Beispiel liegt in Hund und Katze vor. Vom Hunde werden wir sofort ein Näheres berichten, und werden dann sehen, daß die Erziehung außerordentlich viel an ihm gethan, ohne jedoch seine Natur

zu ändern; die Katze dagegen ist durch die Zähmung in ihrer Natur vollständig umgewandelt worden, ohne daß man sagen kann, sie sei ein wirkliches Hausthier.

Der Unterschied zwischen der wilden und der zahmen Katze ist außerordentlich auffallend. Die wilde Katze ist ein Raubthier mit kurzem Darm, deren ganze Verdauungswerkzeuge einzig und allein zur Verarbeitung von Fleischspeisen eingerichtet sind. Durch die Zähmung aber und durch die Kost, zu der sie gewöhnt wurde, ist ihre Beschaffenheit umgewandelt worden, ihr Darm ist bedeutend verlängert, ihre Verdauungswerkzeuge sind umgestaltet, so daß sie auch Pflanzenkost genießen kann; sie ist also in Wahrheit durch die Zähmung ihrer Leibesbeschaffenheit nach ein anderes Thier geworden. Und doch ist sie kein Hausthier; sie geht und kommt wenn sie Lust hat, gehorcht meist nicht, läßt sich zu nichts gebrauchen und abrichten und führt im Hause ein halb räuberisches, wildes Leben. — Was ist es, das diesem Thiere, das durch die Erziehung so sehr leiblich umgewandelt worden ist, dennoch geistig mangelt? Es ist nichts anderes als die Anlage durch die Natur. Die Katze ist kein Thier, das in der Wildniß in Geselligkeit lebt, und deshalb ist sie auch nicht in gezähmtem Zustande einer Ausbildung fähig.

Hieraus ersehen wir, daß die Natur den Thieren die Anlagen geben muß, die der Mensch entwickeln und ausbilden kann; hieraus können wir lernen, daß der Geselligkeits-Instinkt die Hauptbedingung der Ausbildung ist, und wir dürfen hieraus schließen, daß auch der Mensch zu jener hohen Stufe der Ausbildung nie kommen würde, wenn er nicht von Natur aus den Geselligkeits-Instinkt besäße. Wir werden später bei der Betrachtung des Instinkts im Allgemeinen noch hierauf zurückkommen.

Es giebt gewisse Thiere, die so zu Hausthieren ge-

worden sind, daß sie ohne den Schutz des Menschen gar nicht existiren könnten. Die Schafe haben keine Waffen des Angriffs und der Vertheidigung; Krankheit, Witterung und Raubthiere würden sie ausrotten, wenn der Mensch nicht wäre, der sie beschützt und erhält. Man kann sich kaum einen Begriff davon machen, wie sie in der Wildniß leben könnten. Daher ist in ihnen auch der Instinkt sehr rege, sich dem Menschen anzuschließen. Mit Hilfe eines einzigen Hundes hält ein Schäfer im gewöhnlichen Zustande vierhundert Schafe zusammen und kann wohl auch achthundert bis tausend solcher Thiere leiten und lenken. Ja, wenn der Schäfer noch des Hundes zur Leitung bedarf, ist es nicht der Fall, weil die Schafe davon laufen möchten; sondern weil sie sich leicht unwillkürlich verlaufen oder verirren. — Wir haben hier also ein Thier, das ganz darauf angewiesen ist, bei Menschen zu leben, und das auch sehr wenig Verstand hat, der ausgebildet werden kann, und dennoch hat das Schaf eine geistige Kultur angenommen. Es kennt den Schäfer, versteht seinen Ruf, folgt seiner Musik, drängt sich in Gefahr enge an ihn, merkt es, wenn es geschoren werden soll, und sträubt sich gewaltig dagegen, wenn es zur Schlachtbank geführt wird.

XXVII. Eine Art geistigen Bewußtseins bei Thieren.

Wenn wir im Schafe ein Thier gesehen haben, das geistig sehr beschränkt, das aber auch ganz und gar auf den Schutz der Menschen angewiesen ist, wollen wir nun des Pferdes, des Hundes und des Affen erwähnen, um in diesen Beispielen zu zeigen, wie gewisse Thiere durch

den Menschen bis zu einer Art geistigen Bewußtseins gebracht werden können.

Der bloße Anblick des Pferdes genügt, um den Einfluß der Zucht durch den Menschen sofort zu erkennen. Schon äußerlich unterscheiden sich die Pferde, je nach der Erziehung und Beschäftigung, die ihnen zu Theil wird, sehr von einander. Der Karrengaul, das Kutschpferd, das Schlachtroß, das Reitpferd unterscheiden sich bedeutend in Bau und Haltung, in Gang und Blick, in Muth und Ausdruck des Kopfes. Die Pferde haben einen bestimmten Charakter, je nach der Erziehung, und verstehen ihre Tücken vortrefflich gegen den anzuwenden, der mit ihnen nicht angemessen umgeht. — Das Pferd hat ein starkes Gedächtniß und findet sich auf Wegen zurecht, wo es vor vielen Jahren einmal gegangen; und schon dies setzt eine bewußte Auffassung der Umgebung voraus, die nicht mehr instinktmäßig vor sich geht. Es besitzt aber das Pferd auch Zu- und Abneigung für gewisse Menschen und wird in vielen Fällen so weit in diesen Eigenschaften ausgebildet, daß man nicht umhin kann, dem Pferde sogar Empfindungen zuzuschreiben. Man hat Pferde beobachtet, die die Treue des Hundes gegen ihren Herrn ausübten, die dem Herrn nachliefen, wenn er mit ihnen schmollte, die ihm schmeichelten, wenn er böse ward, die auf seinen Ruf kamen, auf seinen Ruf sich entfernten. — Nicht selten ist es in Schlachten, daß das Pferd bei der Leiche des Reiters stehen bleibt und ihr nachfolgt, wenn man sie davon trägt. Man erzählt von Pferden, die Tage lang in offenbarer Traurigkeit lebten wegen des Todes ihres Herrn und selbst Speise und Trank verschmähten in ihrer sichtbaren Betrübniß.

Mag es nun auch sehr schwer sein, mit Sicherheit die Grenzen anzugeben, wo in solchen Fällen Dressur,

also Gewöhnung oder Selbstthätigkeit vorhanden ist, so ist es dennoch unbestreitbar, daß in den durch Menschen sorgfältig erzogenen Pferden gewisse Vorstellungen wirksam, die nahezu dem verwandt sind, was man in höherm Grade denken und empfinden nennt. — Daß beim Pferde innere Thätigkeit des Gehirns ähnlich wie bei unserm Denken vorkommt, ohne daß die Sinne direkt dazu anregen, sieht man aus der unzweifelhaften Thatsache, daß die Pferde träumen; denn der Traum rührt eben nur von einer Thätigkeit der Vorstellungskraft her, zu der die Außenwelt augenblicklich keine Veranlassung giebt.

Merkwürdig ist es, daß die Erfahrung auch hier gelehrt hat, wie das geschlechtslose Pferd, der Hengst, dem man künstlich die Zeugungsfähigkeit benommen hat, die beste Anlage zur Kultivirung zeigt, als ob sich gewisse geistige Eigenschaften des Thieres besser entwickeln lassen, wenn der Fortpflanzungstrieb ihm genommen wird! Daß das Zwittergeschlecht der Maulesel, ein Bastard von Pferd und Esel, vortreffliche Eigenschaften besitzt, in denen er Pferd und Esel übertrifft, haben wir bereits bei Gelegenheit des Kunstinstinkts angeführt, der den Zwitter-Insekten eigen ist.

Das merkwürdigste der Thiere in Bezug auf Erziehung durch Menschen ist der Hund. Gleich dem Pferde hat ihm die Natur in der Wildniß den Geselligkeitstrieb gegeben. In Amerika giebt es ganze Strecken, in denen die Hunde wild in großen gemeinsamen Niederlassungen leben, wo sie unterirdische Höhlen haben. Die Jäger nennen diese Niederlassungen Hundedörfer und erzählen viel Wunderbares von denselben, das man ihnen aber nicht glauben darf, weil Jäger gemeinhin gern übertreiben. In Australien lebt gleichfalls eine wilde Hunderace in großen Gesellschaften, die nicht wenig schlau und in vielen

Fällen gefährlich ist. Sonst aber ist der Hund in allen Welttheilen so gezähmt und hat sich so eng der menschlichen Gesellschaft angeschlossen und dienstbar gemacht, daß er den Trieb zu seinesgleichen ganz und gar in der Zähmung verloren hat und ein wirkliches ausschließliches Besitzthum des Menschen geworden ist. Der gezähmte Hund schließt sich den Gesellschaften wilder Hunde nimmermehr an.

XXVIII. Merkwürdige Eigenthümlichkeiten des Hundes.

Es giebt kein Thier, das so ganz und gar ein Eigenthum der menschlichen Gesellschaft geworden ist, als der Hund; es giebt keines, das gleich dem Hunde geistig so herangebildet werden kann, daß es ganz auf des Menschen Neigung und Bedürfniß willig eingeht und ein richtiges Verständniß von seinem Verhältniß zum Menschen hat.

Fast alle Thiere sind in ihrem Dasein nur auf ein bestimmtes Klima angewiesen; aber gleich dem Menschen, der in heißen und in kalten Zonen lebt, vermag der Hund sich unter allen Himmelsstrichen zu erhalten. Fast in jedem gezähmten Thiere liegt eine besondere Neigung oder Fähigkeit, die es geschickt macht zu einer bestimmten Leistung. Im Hunde dagegen liegen die verschiedensten Neigungen und Fähigkeiten und je nach der Erziehung bildet sich die eine oder andere bei ihm aus. Alles aber was er thut, thut er mit Verständniß und Einsicht und weiß sich in den verwickeltsten Fällen mit großer Umsicht zu benehmen, wenn er auch noch nie in einer solchen Lage gewesen sein sollte.

Und all' das thut er, wenn er einmal dazu eingeübt wurde, nur auf das Wort. Nicht Zaum und Peitsche, sondern mündlicher Befehl, ja ein Blick reicht oft hin, den Hund zu regieren. Denn der Hund versteht, was man von ihm fordert, er thut es freiwillig, ja freudig und energisch, und ist belohnt und vergnügt, wenn der Herr ihn dafür freundlich anblickt.

Von des Hundes Fähigkeiten für die Jagd, für die Hütung des Hauses, für das Hüten der Heerde, für das Ziehen und Tragen von Lasten wollen wir, als ganz bekannten Dingen, nicht weiter sprechen. In Frankreich wird er abgerichtet den Spieß zu drehen; in Kamtschatka ist er das einzig brauchbare Zugvieh, in der Wildniß ist er der vortrefflichste Schützer, im Wasser ein vortrefflicher kühner Schwimmer, und all dies nur aus Anhänglichkeit an den Herrn, aus Neigung, demselben dienstbar zu sein.

Aber welch eine Fülle geistigen Verständnisses zeigt der Hund in tausend Fällen des Lebens? Der Hund versteht sich auf das Antlitz des Menschen, weiß vortrefflich zu unterscheiden zwischen Einem, der ihm wohl will, und Einem, der ihm Böses gönnt. Der Hund weiß es vortrefflich, ob er etwas Gutes oder Uebles gethan hat. Freudig springt er dem Herrn entgegen und macht ihn aufmerksam darauf, wenn er sich einer richtigen Handlung bewußt ist. Offenbar theilt er ihm dadurch etwas ganz Bestimmtes mit. Wenn der Herr ihn nicht versteht, wird der Hund nicht müde, ihn zum Verständniß dessen zu bringen; er ruht nicht und zerrt den Herrn dort hin, wo er sehen kann, was der Hund ihm mittheilen will. Hat der Herr das gesehen oder hat er den Hund verstanden, so merkt dies das kluge Thier und beruhigt sich. Der Hund weiß also genau, daß der Herr jetzt von Etwas, das er ihm mittheilen will, Kenntniß hat!

Wie scheu aber geht der Hund zur Seite, wenn er sich bewußt ist, etwas Unrechtes gethan zu haben! Er versteckt sich vor dem Herrn, blickt verstohlen nach ihm hin, wartet lange Zeit, daß der Herr ihn rufe; aber er kann es nicht lange ertragen, daß der Herr ihm böse ist, er schleicht in der demüthigsten, kriechendsten Stellung herbei, wirft sich auf den Rücken, legt sich dem Herrn zu Füßen, blickt zu ihm auf, legt sich wieder still nieder, wenn er keinem freundlichen Blicke begegnet; endlich zerrt er den Herrn leise, steht auf und drückt sich enge an ihn, legt den Kopf auf seine Kniee, leckt ihm die Hände. Hilft all' dies nichts und nimmt der Herr immer noch keine Notiz von ihm, so stellt sich der Hund ein paar Schritte entfernt von ihm hin und fängt an zu heulen und zu bellen. Dreht sich der Herr zornig nach ihm um, so kriecht er wieder stille fort, um nach einer Weile wieder die Versuche zur Aussöhnung seines Herrn zu wiederholen, und gelingt ihm dies, lächelt der Herr ihn auch nur an, so gleicht nichts der Freude und Lust dieses Thieres, die es durch Springen und Schmeicheln gegen den Herrn in der auffallendsten Weise kund giebt, so daß kein Mensch zweifeln kann, daß das Thier sich glücklich fühlt und seinen Jubel auch kundgeben will.

Ist aber all' dies möglich, ohne daß wirkliche Vorstellungen und ein hoher Grad des Bewußtseins in dem Hunde vorhanden sind? — Ohne Zweifel hat man Grund, in dem Verhalten des Hundes gegen seinen Herrn einen bedeutenden Grad von Verstand zu finden, von einem Verstande, der der menschlichen Auffassungsweise des Verhältnisses sehr nahe steht.

Freilich kann man hier immer noch vom Instinkt sprechen, der dem Hunde das Bedürfniß giebt, sich anzuschließen, und der durch Erziehung so geleitet wird, daß

all' die Triebe des Geselligkeits-Instinkts sich jetzt auf den Anschluß an den Herrn beschränken und sich darum so stark äußern; aber trotzdem ist der Instinkt allein nicht ausreichend, das Benehmen des Hundes gegen seinen Herrn zu erklären, denn wir werden sehen, daß der Hund auch von Dingen ein dunkles Bewußtsein erhält, wo offenbar der Naturinstinkt ganz schweigt. Der Hund hat nicht nur ein Bewußtsein von seinem Verhältniß zum Herrn, an den er gewöhnt worden ist, sondern es genügt, daß er einmal nur den Freund des Herrn sieht, um auch diesem anhänglich zu sein. Ja, er unterscheidet unter den Freunden des Herrn zwischen dem intimern und dem gewöhnlichen und erweist jenem größere Zuneigung als diesem.

Außerordentlich tief ist das Gefühl für das Eigenthum beim Hunde ausgebildet; er kennt vortrefflich die Dinge, die seinem Herrn gehören, und vertheidigt dessen Besitzthum unaufgefordert mit großer Hartnäckigkeit. Ja, selbst gegen andere Hunde weiß er das Eigenthumsrecht zu behaupten und fühlt sich selbst gegen stärkere in einem Uebergewicht, wenn er weiß, daß das Recht des Besitzes auf seiner Seite ist. Man sehe als Beispiel, wie oft ein kleiner Hund von der Schwelle des Hauses herab einen andern größern anbellt, wie er ihm nachläuft und kühn mit ihm einen ungleichen Kampf eingeht, so weit das Gebiet seines Herrn reicht, wie er sich aber zurückzieht, wenn er diese Grenzen erreicht hat, als ob er wüßte, daß er auf dieser Strecke im Rechte, weiterhin aber im Unrechte sei! Man sehe aber nur, wie dies auch der fremde Hund respektirt und sich von dem schwächern viel gefallen läßt, so lange er eben auf dessen Gebiet sich befindet, und wie er ihn unbarmherzig packt, wenn er ihn auf fremdem Gebiet fassen kann!

Wer darf hier verkennen, daß dem ein Verständniß der Lebensverhältnisse zu Grunde liegt!

Der Hund hat aber auch ein Bewußtsein von Dingen, die überaus weit über das Bereich der gewöhnlichen Wahrnehmungen hinausgehen. Er weiß ganz vortrefflich die Tageszeit, ja man hat bemerkt, daß er sehr wohl den Festtag von gewöhnlichen Tagen zu unterscheiden versteht. Wenn der Hund weiß, daß er gewöhnlich seinen Herrn am Vormittag nicht begleiten darf, verhält er sich ruhig, wenn dieser fortgeht; ist es ihm aber öfter gestattet worden, ihn am Nachmittag zu begleiten, so gleicht nichts der Freude des Hundes, wenn der Herr sich ankleidet. Er weiß, es ist jetzt nicht Vormittag, er kann nun ins Freie. Er stürmt im Zimmer umher, sieht nach, wo der Hut des Herrn steht, und schmeichelt und springt, daß der Herr ihn mitnehme.

Beachtenswerth ist das Benehmen selbst des gewöhnlichsten Hundes, der seinen Herrn begleitet. Er eilt dem Herrn voran, wenn er weiß, wohin er gehen will, und bleibt dort am Hause stehen, um auf ihn zu warten. Weiß er nicht, wohin es geht, so hält er an der nächsten Ecke an, wartet, wo sich die Landstraße scheidet, sieht sich nach dem Herrn um, scheint zu fragen, wohin es gehen soll, und die leiseste Andeutung nach rechts oder links genügt, um dem Hunde seinen Weg vorzuzeichnen.

Höchst interessant aber ist es, wie der Hund seinen Herrn sucht und ruft, wenn er ihn verloren hat, wie er um ihn trauert, wenn er gestorben, oder gar wie er mit unvertilgbarem Haß den Mörder seines Herrn verfolgt.

Der Hund, der seinen Herrn sucht, eilt zuerst dorthin, wo der Herr am häufigsten ist, dann erinnert er sich der seltenern Besuche, um ihn dort zu suchen, bald kommt er dann auf den seltensten, ja zuletzt geht er auch dorthin,

wo er seinen Herrn auch nur ein einzig Mal begleitet hat, und sein Gedächtniß ist in solchen Fällen oft treuer als das des Menschen. Wo er aber hinkommt, merkt man ihm an, daß er den Herrn sucht, so eigenthümlich ist das Wesen dieses Thieres und so sprechend sein ganzes Benehmen. Findet er ihn trotz all' dem nicht, so stellt er sich allenthalben hin, wo er ihn nur vermuthen kann, um ihn durch sein Bellen herbeizurufen, und nach jedesmaligem Bellen spitzt er die Ohren und horcht, ob er das Pfeifen oder den Ruf des Herrn vernimmt. — Und wunderbar, man hat noch nie gefunden, daß der Hund seinen Herrn gesucht hat, wenn dieser in seiner Gegenwart abgereist war oder gar wenn der Herr gestorben ist, obgleich man am ganzen Betragen des Hundes aufs entschiedenste merkte, daß er den Herrn sehr vermisse. Ja wenn es zu lange währt, sucht der Hund einen andern Herrn, schließt sich diesem mit großer Treue an, gehorcht ihm wie dem ersten Herrn und scheint jenen nicht mehr zu missen. Erblickt er ihn aber und wäre es auch nach vielen Jahren, so erkennt er den ersten Herrn wieder und schließt sich oft gegen dessen Willen seinem alten Besitzer an.

Wir wollen noch eine Bemerkung mittheilen, die man bei einigen außerordentlichen Hunden machte. Man hielt diesen Hunden, die sonst vorzügliche Klugheit verriethen, die sehr treu gemalten Bilder ihrer Herren vor; die Hunde sahen sie an, erkannten sie aber nicht. Man nimmt an, daß auf das Auge des Hundes die gemalten Lichter und Schatten, vielleicht auch die künstlichen Farben nicht so einwirken, wie die natürlichen.

XXIX. Fortsetzung.

Die Hartnäckigkeit, mit welcher der Hund den Freund oder gar den Mörder seines Herrn verfolgt, ist bekannt. Durch diesen oft untilgbaren Haß ist schon mancher Mörder entdeckt worden. Der Hund des Aubry, der sogar durch Theaterdichter verherrlicht worden ist und dessen That auf den Bühnen dargestellt wird, ist nicht eine müssige Erfindung, sondern dieser Hund hat wirklich existirt und hat durch seinen unbezähmbaren Haß gegen den Mörder seines Herrn dessen Mordthat verrathen. Eine ähnliche Geschichte ist in Deutschland und auch in England vorgekommen, wo der Verdacht des Volkes gegen einen Mörder durch nichts weiter rege geworden war, als durch den Haß, den der Hund eines Vermißten gegen einen Menschen bezeigte. Das dunkle Gerücht, die scheue Lebensweise, die unaufhörliche Verfolgung des Hundes, die gerichtliche Untersuchung und endlich die Gewissensangst des Mörders haben dessen Geständniß herbeigeführt und bestätigt, daß der Haß des Hundes seinen guten Grund hatte.

Bedenkt man hierbei, daß der Hund kein rachsüchtiges Thier ist, daß er Beleidigungen leicht verzeiht und die Unbill, die man ihm selbst zugefügt, schnell vergißt, so kann man sich des Gedankens nicht erwehren, daß im Bewußtsein des Hundes die Mordthat gegen seinen Herrn als eine schreckliche nie zu verzeihende That erscheint. Der Hund also urtheilt und unterscheidet wohl zwischen einer Handlung und der andern.

Eine andere Geschichte, die der Naturforscher Milne-Edwards von einem Hunde erzählt, ist höchst merkwürdig und giebt den Beweis, daß dieses Thier mit Schlauheit und großer Ueberlegung zu handeln versteht. — Ein Haushund, der alle Nächte an die Kette gelegt wurde, weil

er sehr blutdürstig war und auf dem nahen Felde Schafe erwürgte, verstand es mit großer Behutsamkeit nächtlich sein Halsband über den Kopf abzustreifen. Hierauf lief er aufs Feld und erwürgte dort ein Schaf, dann aber eilte er regelmäßig nach einem nahen Bache, wo er sich den blutigen Rachen abwusch, und kehrte darauf vor Tagesanbruch in den Hof zurück, wo er unter großer Mühe wieder den Kopf durch das Halsband zwängte und sich auf sein Lager schlafen legte, damit man sein Verbrechen nicht merke. — Eine ähnliche Geschichte, wenn auch nicht so auffallend, wird uns von glaubwürdiger Seite hier aus Berlin mitgetheilt. — Ein Hofhund, der eine besondere Neigung hat im nahen Garten sein Wesen zu treiben, dem es aber verboten ist, dahin zu gehen, begiebt sich oft am frühen Morgen auf einem Umwege durch den Keller dahin. Hört er dann seinen Namen rufen, so kommt er nicht sofort durch die Gartenthür herbei, sondern er schleicht auf dem Umwege zurück auf den Hof, begiebt sich still in seine Hütte und kommt dann langsam hervor, als ob er eben erst vom Lager aufgestanden wäre. — In beiden Fällen hat der Hund also die Absicht zu täuschen, und richtet seine Handlungen so zweckmäßig darnach ein, daß man an dessen Verstandes-Operationen gar nicht zweifeln kann.

Wir übergehen noch einzelne oft komische Anekdoten, die von der Verstandeskraft der Hunde Zeugniß ablegen, und wollen nur noch der Hunde auf dem Kloster St. Bernhardt erwähnen, deren Handlungen so wohlthätig für die Reisenden sind. In diesem Kloster auf dem hohen Bernhardtsberge in der Schweiz haben die Mönche Hunde abgerichtet, welche in Schnee und Nebel ausgesandt werden, um verirrte Reisende aufzusuchen. Sie tragen ein Körbchen mit Brot und ein wenig Branntwein am Halse und

bieten es dem Unglücklichen zur Erquickung dar. Finden die Hunde einen im Schnee Begrabenen oder vor Kälte Erstarrten, so kehren sie aufs schnellste zum Kloster zurück, geben den Mönchen hiervon Kunde und führen sie nach der Stelle hin, wo der Verunglückte liegt. Der berühmteste dieser Hunde führte den Namen „Barry". Er hat in den zwölf Jahren seiner unermüdlichen eifrigen Thätigkeit mehr als vierzig Menschen vom Tode errettet.

XXX. Verstandes-Entwickelung bei den Affen.

Außer den Hunden sind es noch die Affen, bei denen man eine bedeutende Verstandes-Entwicklung bemerkt; nur zeigt sich hier, daß die Fähigkeit und Klugheit der Affen sich mit dem reifern Alter verliert, was bei den Hunden durchaus nicht der Fall ist. Da man behauptet, daß die Hunde, die man zeugungsunfähig gemacht hat, am leichtesten einer höhern Ausbildung fähig werden, und es eine Thatsache ist, daß bei den Affen der Geschlechtstrieb in höchst sinnlicher Weise entwickelt ist, so ist es wohl möglich, daß die Schwächung der geistigen Kräfte bei den Affen in reifem Lebensalter von dem krankhaft regen Geschlechtstriebe derselben herrührt, und daß man durch künstliche Vernichtung dieses Triebes die Fähigkeit der Affen erhalten oder gar erhöhen könnte.

Schon der äußere Anblick der Affen stellt sie als die dem Menschen ähnlichsten Thiere dar. Die Form ihres Schädels steht der des menschlichen Schädels am nächsten. Wenn man mit Recht annimmt, daß die geistige Unfähigkeit sich steigert, je mehr an einem Gesicht die Stirne zurückliegt und der Mund vorstehend ist, so folgt schon aus dem Anblick des Gesichtes der Affen höherer Gattung, daß

sie in dieser Beziehung nicht viel tiefer stehen unter gewissen Negerracen, als diese unter den höchsten Menschenracen. Die Hände der Affen, ihr zuweilen aufrechter Gang und ihr Nachahmungstrieb, der sie veranlaßt menschliche Handtierung vorzunehmen, sobald sie in menschlicher Gesellschaft leben, hat schon oft den Gedanken rege gemacht, daß der Affe eigentlich der Uebergang aus dem Thierreich in das Menschenreich ist. Ja es giebt nicht wenig Naturforscher, die der Ansicht sind, daß der Mensch nur eine glückliche Abart des Affen sei und erst in neuester Zeit hat der geistvolle Professor Burmeister in Halle in seinen geologischen Briefen aus eignen Beobachtungen dargethan, welch' außerordentliche charakteristische Aehnlichkeiten im Leibesbau gewisser Negerstämme mit dem der Affen sich vorfindet.

Wir müssen Behauptungen dieser Art dahingestellt sein lassen. — Für unser Thema mag es genügen, auf den einen Umstand aufmerksam zu machen, daß das Affengeschlecht in einer Beziehung noch dem Menschen ähnlich ist, und zwar darin, daß die Natur dasselbe mehr mit Ausbildungsfähigkeit als mit fertigen Instinkten begabt hat. Während die Biene ihre Kunst ohne weiteres nach der Geburt schon versteht, aber auch nichts mehr lernt, also eine geistige Kraft, wenn sie solche besitzt, gar nicht anzustrengen braucht, besitzt der Affe gar keine Fertigkeit nach der Geburt, nicht einmal die der andern Säugethiere, sondern ist einzig und allein auf die außerordentlich große Elternliebe angewiesen; dafür aber hat er den Trieb, sich auszubilden, also etwas zu erlernen, was er bisher nicht gekonnt hat.

Man hat den Nachahmungstrieb der Affen auch nur wie einen niederen Instinkt betrachtet; aber gewiß mit Unrecht. Es ist nicht ein bloßer Nachahmungstrieb, der im

Affen zum Vorschein kommt, denn er ahmt nicht das Benehmen des Pferdes oder Hundes nach, wenn er es vor sich sieht, sondern er ahmt dem Menschen nach, und nur dem Menschen; das deutet offenbar an, daß dem Affen eine Erkenntniß vorschwebt, daß der Mensch nachahmungswürdig für ihn ist! Und diese Erkenntniß steht schon höher als der Instinkt, denn es ist eben eine Art geistigen Erkennens. — Bedenkt man aber, wie tief der Nachahmungstrieb im Menschen wurzelt, wie dieser Nachahmungstrieb immer im Ganzen und Großen so gerichtet ist, daß nicht der Begabte dem Unbegabten, sondern umgekehrt der Unbegabte dem Begabten nachahmt, so wird man den Nachahmungstrieb, den man beim Affen so niedrig stellt, als einen Trieb erkennen, der in der Menschengeschichte eine hohe Rolle spielt und zu deren Vervollkommnung unendlich viel beigetragen hat.

Wenn man die Fähigkeit des Affen mit der des Hundes vergleicht, so ist man oft geneigt den Hund über den Affen zu stellen; allein das ist ein Irrthum. Der Hund hat Tugenden, die ihn dem Menschen dienstbarer und brauchbarer machen. Das ganze Dasein des Hundes geht im Dienste des Herrn auf. Das aber gerade ist kein Beweis der Selbstständigkeit. Der Affe ist unbrauchbarer; aber dies ist eben ein Beweis, daß er nicht ganz so unselbstständig dem Menschen gegenüber wird. — Ist auch der Hund als Hausthier angenehmer und schätzenswerther als der Affe, so kann man ihn geistig doch deshalb nicht höher stellen als diesen. Ein treuer Hund ist oft ein schätzbarerer Besitz als ein untreuer Knecht; aber darum ist der Knecht keineswegs ein Wesen, das unter dem Hunde steht.

XXXI. Die Menschenähnlichkeit der Affen.

Das geistige Vermögen der Affen zeigt sich gerade bei denjenigen Gattungen am ausgebildetsten, die körperlich dem Menschen am ähnlichsten sind, was beim Orang-Utang und dem Joko der Fall ist. Es ist dies ein offenbares Zeichen, daß die körperliche Ausbildung zur Menschenähnlichkeit mit einer höhern geistigen Befähigung Hand in Hand geht. — Beachtenswerth ist hierbei noch, daß reifere Geistesfähigkeit sich gerade bei solchen Säugethieren zeigt, die sehr reich sind an Gattungen. Wie verschiedenartige Hunde es giebt, ist bekannt, wie ganz anders die eine Art von der andern sich unterscheidet, wird schon jedem Menschen aufgefallen sein. Der Dachshund und das Windspiel, der Pudel und der Spitz, der Mops und der Schäferhund sehen gar nicht wie ein und dieselbe Thierart aus, gleichwohl sind sie es, ja sie erkennen sich selber als solche und begatten sich mit einander, und gerade aus den Mischlingen geht eine besonders fähige Gattung hervor. Es scheint mit den Affen ebenso zu sein. Es existirt eine außerordentlich große Anzahl von Affenarten, so daß selbst ausführliche Werke sie kaum in Beschreibungen zu erschöpfen vermögen, und es scheint, als ob die befähigtsten Gattungen gerade aus Mischung entstanden sind.

Die Befähigung der Affen giebt sich durch viele Beispiele kund. Sie leben wild in großen Gesellschaften, ohne Instinktarbeiten auszuführen und ohne an einander gebunden zu sein. Man bemerkt vielmehr, daß sich Einzelne beliebig trennen und ihre Wohnung einzeln aufschlagen. Das Familienleben ist bei ihnen sehr ausgebildet. Der Affe hat nur eine Aeffin und die jungen Affen leben lange noch bei den Eltern, auch wenn sie selbstständig sind. Das eheliche Verhältniß löst sich nicht, wie bei andern

Thieren, auf, wenn die Brunst- oder Brüte- oder Erziehungszeit vorüber ist, sondern währt fort, ja man sagt sogar, daß es lebenslänglich fortdauere. — Das Auffallendste bei den Affen ist unstreitig die ganz unzweifelhafte Thatsache, daß die männlichen Affen sich angereizt fühlen von der Schönheit der menschlichen Frauen. Die Fälle sind vollkommen festgestellt, daß Negerinnen von Affen mit Gewalt fortgeführt und gefangen gehalten worden sind, aber in der Gefangenschaft sanft, sogar galant behandelt wurden, ja daß die Affen ihnen sogar eigne Hütten bauten. Die Affen erweisen sich gegen einander mitleidig, heben den Verunglückten auf, führen ihn, bringen ihn in Sicherheit, ja auf sein Geschrei reicht man ihm Speise und Trank und behandelt ihn überhaupt wie einen Patienten. Auf ihren Reisen verstehen sie sich vortrefflich aus Verlegenheiten zu helfen. So erzählt man, daß sie, wenn sie über ein Wasser hinweg kommen wollen, einen Ort aussuchen, wo an beiden Ufern hohe Bäume stehen, daß sie sich sodann in einer langen Kette an den einen Baum anhängen und sich so lange und so heftig schaukeln, bis der unterste den Baum am andern Ufer erfassen kann. Ueber diese lebendige Brücke klettern nun alle andern Affen hinüber, bis endlich derjenige, der das erste Glied der Kette bildete, den Baumzweig los läßt und die lebendige Kette nun hinüberschwingt zum andern Ufer.

Im Ganzen ist indessen das Leben der Affen in der Wildniß ziemlich unbekannt, namentlich das Leben der höhern Affen-Gattungen, denn es ist gefährlich, sich ihren Besitzungen zu nahen, ohne mit ihnen Krieg zu führen und sie in ihrem gewöhnlichen Leben zu stören; und es existiren so außerordentlich viel Fabeln über dasselbe, daß man die Berichte mit Mißtrauen aufnehmen muß.

In der Gefangenschaft ist der Affe leicht zu zähmen

und zwar nur durch den Trieb nach Nachahmung. Er lernt sich vortrefflich auf das Wort verstehen und giebt auch durch Grimassen und Zeichen seinen Willen kund. Er ist sehr gelehrig, aber er ist mürrisch und unwillig und wird es mit den zunehmenden Jahren immer mehr. Dabei hat er Eigenschaften, die ihm einen bestimmten Charakter verleihen und die ihn dem Menschen wenig nutzbar machen. Er ist boshaft, rachsüchtig und vergißt nicht leicht eine Beleidigung; er ist falsch, spielt dem Menschen oft böse Possen und bezeigt seine Freude darüber, wenn man sich ärgert. Der Affe ist argwöhnisch und diebisch und dabei läßt er sich nicht zur Reinlichkeit anhalten, sondern bezeigt einen Trotz darin, bei aller Nachäfferei des Menschen, sich thierisch und unfläthig zu benehmen. Wenn der Affe will, kann er fast künstliche Dinge verrichten, und da er stark ist, so wäre er auch im Hause außerordentlich nützlich; aber er unterwirft sich dem Menschen nicht ganz, und es ist selbst dem gehorsamsten Affen nicht zu trauen, mag man ihn mit Nachsicht oder mit Strenge behandeln.

XXXII. Allgemeine Betrachtung über den Thier-Instinkt.

Indem wir den Instinkt und seine Aeußerungen in der Thierwelt bis zum Einfluß der Menschen auf diese in einzelnen Zügen vorgeführt haben, wollen wir nunmehr zu einigen Betrachtungen desselben kommen.

Der Instinkt ist wunderbar und unbegreiflich, so lange man ihn vereinzelt beobachtet; man gewinnt aber eine klarere Einsicht in das Wesen desselben, wenn man

ihn im Zusammenhange mit dem Gesammtleben der Natur betrachtet.

Sowohl in der todten Natur wie in der Pflanzenwelt, sowohl im lebendigen Thier wie im geistbegabten Menschen wirkt unverkennbar eine erhaltende und schaffende Thätigkeit nach wohlüberlegtem weisen Plane, ohne daß die Dinge, die thätig sind, den Plan kennen oder etwas davon wissen.

Man bewundert das Gewebe einer Spinne und staunt die kunstvolle Zweckmäßigkeit desselben an; aber wahrlich, wenn man auch nur auf die sogenannte todte Natur blickt, hat man Ursache, ihre Thätigkeit auch im höchsten Grade zweckmäßig zu nennen, und die Art und Weise, wie sie diesen Zweck erreicht, als höchst kunstvoll zu bezeichnen.

Wir wollen aus den vielen tausend Beispielen nur Eines hervorheben, von dem wir bereits einmal anderweitig gesprochen haben.

Wie viel zweckentsprechende Weisheit liegt nicht in der Bewegung der Luft, in der Strömung der Winde? und wie viel Kräfte sind nöthig, um diese hervorzurufen?!

Die Sonne, die die Erde erwärmt, macht es, daß die Luft mit erwärmt wird und aufsteigt. Die Anziehungskraft der Erde bewirkt, daß der Luftdruck entsteht, der die kalte Luft nachströmen läßt. Die Kälte des Weltraumes ist es, die es macht, daß die obere Luft sich abkühlt und von oben hinunterfließt nach den Polen der Erde. Und durch diese fortwährende Bewegung der Luft wird das Wasser in Dampfform auf die höchsten Gebirge der Erde getragen, wo es als Schnee oder Regen niederfällt, um wieder zum Meere zurückzufließen. Hierbei geschieht eine Destillation des Wassers der Erde, durch welche das Wasser ewig frisch bleibt und nicht in Fäulniß

übergeht. Zugleich führt die ewig bewegliche Luft den Athem von Thieren und Menschen hinweg und schafft frische Luft zur Athmung. Gleichzeitig mischt sich die Luft in ihrer Bewegung mit dem Sauerstoff, den die Pflanzen aushauchen, und macht es, daß Menschen und Thiere stets athembare Luft um sich haben. Die Luft, die Menschen und Thiere ausgeathmet haben, die Kohlensäure, sie fällt mit dem fallenden Regen hinab auf die Erde und wird daselbst zur Nahrung für die Pflanzen, die ohne dieselbe nicht wachsen könnten.

Wer sieht nun nicht ein, daß die ewige Bewegung der Luft, daß der Wind eine höchst weise und zweckentsprechende Vorrichtung ist, welche es macht, daß wir nicht in unsrer eignen Atmosphäre ersticken, daß das Wasser nicht in Fäulniß übergeht, daß die Pflanzenwelt nicht abstirbt? — Und doch hat der Wind selber keinen Willen hierzu und weiß nichts davon, was er Weises ausrichtet, und er wird getrieben durch eine Eigenschaft der Erde, ihre Anziehungskraft, durch eine Eigenschaft der Sonne, die der Erwärmung, und die Eigenschaft des Weltraumes, in welchem sich die erwärmte Luft abkühlt!

Bedenkt man nun, daß wir jeden frischen Athemzug, den wir thun, der höchst künstlichen Vorrichtung verdanken, die es durch Sonne, Weltraum und Erde bewirkt, daß die Luft sich bewegt und deshalb stets athembar bleibt, so haben wir Ursache über die Thätigkeit der sogenannten todten Natur nicht weniger zu staunen als über das Gewebe einer Spinne. In dieser sogenannten todten Natur ist unverkennbar ein Geist thätig, der ganz bestimmte Zwecke des Lebens erzielt und diese so wundervoll erreicht. Dieser Geist, mag man ihn Schöpfer oder Lebenskraft oder sonst wie nennen, dieser selbe Geist ist es, der in Pflanze, Thier und Mensch zweckentsprechend wirkt, der

in der Natur als physikalische Kraft, in der Pflanze als Wachsthum, Ernährung und Fortpflanzung, im Thiere zugleich als Instinkt und im Menschen als bewußte geistige Thätigkeit wirksam ist.

Was uns am Instinkt so räthselhaft erscheint, ist nicht das besondere Wunder seines Wirkens, sondern das Räthsel, ob und wie das lebendige Thier dies freiwillig oder mit Bewußtsein thut? Man möchte wissen, ob und was wohl im Gehirn der Spinne vor sich geht, wenn sie ihre Kunst betreibt, und die Ursache auskundschaften, woher dieses halb freiwillige, halb unfreiwillige, halb bewußte, halb bewußtlose und doch so zweckentsprechende Thun und Lassen des Thieres herrühren mag? Ueber dieses Räthsel wollen wir nunmehr eine kurze Betrachtung anstellen.

XXXIII. Das Nervensystem der Thiere.

Wenn wir uns fragen, wovon der Instinkt der Thiere herrührt, so müssen wir die Auflösung dieses Räthsels in dem Hauptwerkzeuge aller lebendigen Thätigkeit der Thiere suchen; und dieses Hauptwerkzeug sind die Nerven.

Jedes Glied des Leibes, das wir bewegen, jede Hand, jeder Finger, das Augenlid, die Lippen, mit Einem Worte jeder Theil unseres Körpers, den wir bewegen können, hat seinen eigenen Nervenfaden, der bis zum Gehirn hineingeht, und nur wenn dieser Nervenfaden unverletzt ist, können wir das Glied, zu dem er geht, gebrauchen. Durchschneidet man einen solchen Nervenfaden, oder wird er durch Krankheit unwirksam, so hängt das Glied unbeweglich an unserm Körper, obgleich das Blut darin nach wie vor zirkulirt und obgleich es eben so gut jede Berührung empfindet, wie vorher.

Diese Nerven nennt man Bewegungsnerven.

Es giebt aber noch zwei andere Gattungen von Nerven, die alle mit dem Gehirn in Verbindung stehen.

Die eine Gattung von Nerven nennt man Empfindungsnerven. Auch dieses sind Fäden, die sich auf dem ganzen Körper verbreiten und ihren ersten Ursprung im Gehirn haben. Auf jeder Stelle unseres Körpers, wo solche Nervenfäden vorhanden sind, haben wir Gefühl und Empfindung; wo jedoch solche Nervenfäden nicht verbreitet sind, wie z. B. an den Nägeln und Haaren, hat man keine Empfindung und kann davon Stücke abschneiden, ohne daß es uns schmerzt. Durchschneidet man einen Hauptzweig eines solchen Empfindungsnerves, der z. B. zum Arme führt, so verliert der Arm sofort die Empfindung, obgleich noch das Blut darin zirkulirt und obwohl man ihn beliebig bewegen kann. Von einem solchen Arme kann man ganze Stücke Fleisch ausschneiden, man kann die Knochen zerbrechen, man kann ihn stechen und brennen, ohne daß der Mensch irgend welchen Schmerz empfindet.

Die andere Gattung von Nerven sind die sympatischen Nerven, die wir der Deutlichkeit wegen die Lebens-Erhaltungsnerven nennen wollen. Durch diese Nerven geht alle Thätigkeit des Körpers vor sich, die zum Leben nothwendig ist, wie z. B. das Athmen, der Herzschlag, die Verdauung, die Ernährung und das Wachsthum. —

Wir gedenken später einmal etwas Ausführlicheres über die Nerven unsern Lesern vorzuführen, für jetzt müssen wir uns begnügen mit diesen wenigen Andeutungen, und wollen nur noch einen Hauptunterschied hervorheben, der zwischen der Thätigkeit der Lebens-Erhaltungsnerven und der der andern Nerven-Gattungen existirt. — Die Thätigkeit der Bewegungs- und Empfindungs-Nerven ist unserm Wollen und Wissen unterworfen. Wenn wir wollen, heben wir die Hand auf, wenn wir wollen, lassen

wir sie ruhen. Wir wissen es auch, ob ein Empfindungsnerv in uns angeregt und thätig ist, wir haben die Empfindung von den Dingen, die uns Wohlbehagen oder Schmerz verursachen. Die Thätigkeit dieser Nerven ist also unserm Bewußtsein und unserm freien Willen unterworfen. Ganz anders aber ist es mit der Thätigkeit der Lebens-Erhaltungsnerven. Diese sind thätig, ohne daß wir es wollen und ohne daß wir es wissen.

Das Herz ist thätig und immerfort ohne Aufhören thätig, zieht sich auf der einen Seite zusammen und dehnt sich auf der andern Seite aus und treibt das Blut durch den Körper auch ohne daß wir es wollen, ja sogar, wenn wir es auch nicht zugeben wollten. Wir sind nicht im Stande, es unserm Willen zu unterwerfen. Die Thätigkeit währt auch im Schlafe fort, wo wir nichts davon wissen. Ebenso ist es mit der Verdauung, mit der Ernährung und selbst mit dem Athmen, das wir zwar auf eine kurze Zeit unterdrücken können, weil beim Athmen auch Bewegungsnerven thätig sind, die in unserer Willkür stehen, aber doch müssen wir athmen selbst wider Willen und ohne Bewußtsein.

Wir sehen also, es giebt auch im menschlichen Körper eine Thätigkeit, die nicht vom Willen und Wissen des Menschen abhängt, und diese Thätigkeit ist gerade die nothwendigste zur Lebenserhaltung, und wer nur einmal mit ernstlichem Blick dieselbe angesehen hat, wer auch nur einmal die Rolle betrachtet hat, die das Herz bald als Druckpumpe bald als Saugpumpe spielt, um das Blut abwechselnd bald durch die Lungen, bald durch den ganzen Körper zu jagen, der wird gestehen, daß diese Thätigkeit eine höchst weise, zweckmäßige, fein berechnete und höchst kunstvolle ist, kunstvoller als das

Gewebe einer Spinne — und doch geht die Thätigkeit im Menschen vor sich ohne Willen und ohne Wissen desselben.

Freilich ist ein Unterschied zwischen der Kunst der Spinne und der Kunst des bewegten Menschenherzens. Die Spinne spinnt den Saft ihrer Gespinnstwarzen mit ihren Füßen, und die Füße sind ja Körpertheile, die mit Wissen und Willen bewegt werden müssen. Uns setzt daher die Thätigkeit der Spinne darum in solches Erstaunen, weil sie dazu Körpertheile bewegt, die sonst nur mit Bewußtsein und Willen thätig zu sein pflegen.

Aber es verliert sich das Wunderbare und wird erklärlicher, wenn man bedenkt, daß nur in den höhern Thiergattungen das Nervensystem genauer gesondert ist, in ein willkürliches und bewußtes und in ein unwillkürliches und unbewußtes, während bei den niedrigeren Thieren eine solche Sonderung nicht stattfindet und auch die Thätigkeit derselben eine willkürliche und unwillkürliche zugleich sein kann.

XXXIV. Die Sonderung der verschiedenen Nervensysteme bei den höhern im Gegensatz zu den niedern Thieren.

Wir können zwar nicht den strengen Beweis führen für die Behauptung, die wir soeben aufgestellt haben; aber wenn wir auch nicht direkte Beweise dafür beibringen können, daß bei den niedern Thieren keine solche strenge Sonderung der Nerven für willkürliche und unwillkürliche Thätigkeit stattfindet wie bei dem Menschen, so gewinnt doch diese Behauptung große Wahrscheinlichkeit, wenn man die Unterschiede zwischen den lebenden Wesen höherer Ordnung und niederer Ordnung betrachtet.

Das Hauptmerkmal, wonach man ein Thier höherer

Gattung von dem einer niedern Gattung unterscheidet, besteht darin, daß die Thiere niederer Gattung am wenigsten gesonderte Organe des Körpers haben; je höherer Gattung sie aber sind, desto reicher an gesonderten Organen werden.

Die niedrigsten Thiere sind weiter nichts als ein Schlauch, der Mund, Magen, Darm und After zugleich ist. Solche Thiere haben keine Füße, keinen Kopf, keine Sinneswerkzeuge, keine Glieder, und führen ein den Pflanzen ähnliches Leben. — Diesen gegenüber nennt man Thiere höherer Gattung solche, wo sich schon besondere Organe, z. B. Greiforgane vorfinden, mit welchen diese Thiere ihre Speise ergreifen können. — Thiere, die schon ein Herz und ein Adersystem haben, sind wiederum höherer Gattung. Zu einer noch höheren Gattung gehört es, wenn sich im Thiere schon ein Nervensystem vorfindet. Eine noch höhere Gattung ist es, wo sich bereits der Leib in besondere Glieder abringelt, wie bei den Würmern. Höher noch steht die Gattung, wo Kopf, Brust und Unterleib sich genauer unterscheidet, wo Nervenknoten vorhanden sind und ein reicheres Nervensystem bilden. Zur höchsten Gattung gehört das Wirbelthier, das ein Skelett, ein Gehirn hat, wo für jede Lebensthätigkeit besondere Werkzeuge vorhanden sind, die nur zu diesem Zwecke gebraucht werden, und wo jeder Theil des Körpers eine besondere Eigenschaft besitzt, die ihn geeignet macht zu einem bestimmten Dienst im Körper.

Man kann mit Recht sagen, das niedere Thier ist Alles in Allem nur ein Organ; das höhere Thier ist eine Zusammensetzung aus vielen Organen. Das niedere Thier hat in einer und derselben Verrichtung seine ganze Lebensthätigkeit, bei dem höheren Thiere findet gewissermaßen eine Theilung der Arbeit statt. Die Füße haben

eine andere Arbeit zu verrichten als die Hände, die Augen eine andere Bestimmung als die Ohren, das Herz eine andere als das Hirn. Mit Einem Worte: je höher ein Thier auf der Stufe der Ausbildung steht, desto mehr sondert sich jede Verrichtung jedes einzelnen Organs und hat ein bestimmtes ihm angewiesenes Feld seiner Thätigkeit, und desto mehr schwindet eine Vermischung der Organe und Vermischung ihrer Thätigkeit.

Ist dem aber so, so haben wir ein Recht, auch auf die Nerventhätigkeit einen ähnlichen Schluß zu ziehen.

Wo das Nervensystem vollendet ausgebildet ist, wie beim Menschen, da sind die Thätigkeiten der Nerven auch gesondert; auch für die Nerven tritt hier jene Theilung der Arbeit ein, daß gewisse Theile derselben die freiwillige Bewegung vermitteln, gewisse Theile derselben unfreiwillige Thätigkeit hervorrufen. Bei Thieren niederer Gattung aber ist die Nerventhätigkeit der verschiedenen Nervensysteme nicht so streng gesondert, und Organe, die sonst vom willkürlichen Nervensystem bewegt werden, wie z. B. die Füße der Spinne, mögen wohl zu bestimmten Zwecken, z. B. um ihr Gespinnst zu weben, ohne den Willen des Thieres in Bewegung gesetzt werden.

Wenn diese Ansicht begründet ist, so rührt der Instinkt daher, daß das sympathische Nervensystem bei den Thieren auch auf die Bewegung ihrer äußern Glieder von Einfluß ist und daher eine Thätigkeit hervorruft, die nicht bewunderungswürdiger ist als die Thätigkeit unseres Herzens, unserer Lungen oder unseres Magens, aber angestaunt wird, weil es so *aussieht*, als ob das Thier dies freiwillig und mit Bewußtsein thut. —

Indem wir nunmehr von diesem Thema scheiden, bitten wir unsere Leser um Entschuldigung, daß wir so lange bei demselben verweilt haben; aber es ist dies Thema

eines der tiefsten und wundervollsten in der Natur, und sein Gebiet ist so umfassend, daß es hinaufreicht bis auf das höchste Gebiet des menschlichen Denkens. Wer über das Denken der Menschen nachsinnt, wer die wunderbare Thätigkeit unseres Geistes betrachtet, wie anders man z. B. operirt, wenn man sich auf Etwas besinnen will, was man vergessen, als wenn man Etwas finden will, was man noch niemals gewußt hat; wie eigenthümlich man verfährt, wenn man sich einen unangenehmen Gedanken aus dem Sinne schlagen will, und wie merkwürdig man im Stande ist, sich gewisse Dinge einzuprägen, damit man sie ja nicht vergesse; — wer hierüber nachdenkt und bemerkt, daß man in solchen Fällen thätig ist in einer dunkeln, instinktmäßigen Weise, der wird es begreifen, wenn wir sagen, daß auch bei unserer Verstandesthätigkeit Instinkte vorwalten und wir oft gewisse Gedanken das Eigenthum unseres Geistes nennen, auf die wir nicht größern Anspruch haben, als die Spinne auf den Ruf einer wahren Künstlerin.

Wollte man den Instinkt in seinem ganzen Umfange betrachten, so müßte man nicht nur auf das Thier und sein Benehmen blicken, sondern auch in die Tiefe unsers geistigen Lebens sich versenken, auf unser Denken zurückgehen, das in seinen Grundkonsequenzen auf unerwiesene Sätze basirt ist, die man logische Axiome nennt und die jeder Mensch besitzt und ohne sein Wissen und Wollen zur Richtschnur seiner Auffassungs-, Vorstellungs- und Denker-Gaben macht. — Nur die Unkenntniß, in der wir über uns selbst und unser Thun und Lassen leben, nur diese läßt uns zurückschrecken vor der Untersuchung des ganzen Themas in seinem vollen Umfange, das mit der bekannten Frage über die Nothwendigkeit der Weltleitung und der Freiheit des menschlichen Willens im innigsten Zusammen-

hange steht: eine Frage, über welche sich die besten Köpfe zersonnen haben, ohne auf ein entscheidendes Resultat gekommen zu sein.

Und so scheiden wir denn von dem diesmaligen Thema mit dem Wunsche, daß es eine ernstliche Anregung sein möge in der Seele des Lesers, der Natur und ihrem geheimnißvollen Walten zu lauschen, aber hierbei nicht außer Acht zu lassen, daß das Lauscherwerkzeug unser Geist selber, ein von uns noch nicht erfaßtes Wunder der Natur, das instinktmäßig wirksam ist, selbst wo wir bei der Betrachtung des Instinkts uns hoch über die Thierwelt zu erheben trachten.

Druck von Franz Duncker's Buchdruckerei in Berlin.

Naturwissenschaftliche Volksbücher.

Band III.

Aus dem Reiche der Naturwissenschaft

von

A. Bernstein.

Band III.

Aus dem Reiche

der

Naturwissenschaft.

Für

Jedermann aus dem Volke

von

A. Bernstein.

Dritter Band.

Ein wenig Chemie.

Zweite Auflage.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
(W. Besser's Verlagshandlung.)
1861.

Inhaltsverzeichniß.

I. Wichtigkeit der Chemie für's Leben.

Ueber keinen Zweig der Wissenschaft herrschen im Volke so wunderbare und sonderbare Begriffe wie über die Chemie.

In gebildeten und ungebildeten Kreisen giebt es Unzählige, die sich vom Sauerstoff eine Vorstellung machen, als wäre das etwas so Saures, daß Einem die Zähne weh thun, wenn man es nur ansieht; als wäre Wasserstoff noch zehnmal nasser als Wasser und als wäre Stickstoff ein Ding, daß alle Menschen daran ersticken, wenn es nur in die Stube hineinguckt. Und doch sind die Namen Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff so geläufig geworden, daß man sie fortwährend gebrauchen hört und man meinen müßte, es könnte kein Mensch auf der Welt existiren, der diese Dinge nicht in- und auswendig genau kennt.

In Wahrheit sollte es keinen Menschen geben, der nicht mindestens Etwas von den einfachsten Elementen der Chemie weiß. Die Chemie ist in Wirklichkeit zu einer Grundquelle der Naturwissenschaft geworden. Wer sich in derselben nicht einigermaßen zurecht finden kann, der wird auf jedem Schritt der Naturwissenschaft unzähligen Dunkelheiten begegnen. Es ist in vollem Sinne des Wortes wahr, daß unser Athmen, unser Essen, das Wachsthum der Pflanze,

das Leben des Thieres, das Dasein der Gesteine und die Bildung des Wassers, mit einem Worte, daß Alles in der Welt durchdrungen ist von einer Reihe fortwährender chemischer Vorgänge, und daß kein Lichtstrahl der wirklichen Erkenntniß der Welt möglich ist, wenn man im Reiche der Chemie im Finstern herumwandelt.

Wir wollen die Gründe nicht untersuchen, weshalb selbst so viele Gebildete noch ganz unwissend sind in diesem Zweig der Wissenschaft. Leider sind unsere höheren Bildungsanstalten noch jetzt meist Schulen, wo man nur todte Sprachen und Bücher lehrt, und das bereits herangereifte Geschlecht hat in den Schulen noch mehr von dieser todten Weisheit in sich aufzunehmen gehabt. — Wenn nun auch gegenwärtig der Drang in Vielen sehr lebendig ist, etwas von der ewig lebendigen Natur kennen zu lernen, so schrecken doch die Meisten davor zurück, im reiferen Alter sich noch einmal wie Kinder in den Naturwissenschaften vom Anfang an belehren zu lassen. Sie begnügen sich, wenn sie sich einen natürlichen Vorgang nicht erklären können, mit dem Gedanken: das ist wahrscheinlich **chemisch**, und trösten sich dabei, daß es gar sehr Gelehrte und Gebildete giebt, die mehr von der Sprache der Hottentotten als von dem Thun der Chemiker verstehen.

Weil dem aber so ist, so wollen wir den Versuch machen, in einer Reihe von Artikeln ein wenig Chemie den Lesern vorzuführen. Wir wollen aber von vornherein die Schwierigkeiten aufdecken, mit denen wir und auch der Leser hierbei wird zu kämpfen haben.

Die Chemie ist eigentlich die Wissenschaft von den Grundstoffen aller Dinge. Das heißt: die Chemie lehrt, aus welchen einfachen Dingen jedes Ding in der Welt zusammengesetzt ist. Sie lehrt die Dinge zerlegen in ihre einfachsten Bestandtheile und auch wieder, so weit es geht,

aus den einfachsten Bestandtheilen zusammensetzen. Könnten wir nun vor jeden unserer Leser hintreten mit irgend einem Ding in der Hand, und wäre es auch nur ein wenig gewöhnliches Kochsalz, und könnten ihm zeigen: Sieh her, dieses Salz, von dem wir täglich ganze Massen genießen, es besteht aus zwei ganz kuriosen Grundstoffen, von denen der eine eine giftige Luftart, und der andere ein Metall, ein wirkliches Metall ist, — könnten wir hierzu vor seinen Augen zeigen, daß es so ist, indem wir die Zerlegung auf chemischem Wege vornehmen, bis beide Grundstoffe entstehen, — so würde dieser einzige Versuch allein schon hinreichen, einen ganz bedeutenden Blick in das Wesen der Chemie darzubieten. Die Verständigung über alles Uebrige würde dadurch ungeheuer erleichtert.

Leider aber können wir nicht so vor den leibhaftigen Augen unserer Leser Versuche machen. Wir müssen das, was man mit einem Blick sehen kann, mit vielen, vielen Worten durch Beschreibung deutlich zu machen suchen — eine Arbeit, die gerade in diesem Fache sehr schwierig ist — und müssen dabei noch vom Leser hoffen, daß er sich gleichfalls einige Mühe gebe, und durch besondere Aufmerksamkeit dem Verständniß entgegenkommen möge.

Darum aber wollen wir nur um so muthiger daran gehen und unsern Lesern, wenn auch nicht gleich eine Handvoll Kochsalz, so doch wenigstens etwas Sauerstoff vorführen.

II. Sauerstoff mit Kohle und mit Schwefel.

Sehen wir uns einmal an, was denn eigentlich Sauerstoff ist.

Gesetzt, es brächte Jemand einem Unkundigen eine Flasche voll Sauerstoff, so würde dieser sicherlich behaupten,

es sei eine leere Flasche. Er würde die Flasche schütteln und finden, daß gar nichts darin ist, denn Sauerstoff ist wie Luft durchsichtig und farblos. Er würde den Stöpsel aufmachen und daran riechen; aber auch da nichts finden, denn Sauerstoff ist ein geruchloses Gas. Er würde die Zunge hineinstecken, um davon etwas zu schmecken; aber auch da nicht die Spur entdecken, denn Sauerstoff ist auch ein geschmackloses Gas. Das heißt, es schmeckt nicht etwa schlecht, sondern gar nicht.

Und doch wird der Unkundige Mund und Augen aufsperren, wenn er durch einige Versuche erst sehen wird, was denn mit diesem Sauerstoff eigentlich los ist. —

Wir wollen uns einmal ein paar Versuche derart ansehen.

Man nimmt ein Stückchen Holzkohle und steckt's auf einen Draht, zündet es an, daß es ein wenig glimmt und steckt es so in die Flasche mit Sauerstoff, und sofort wird man sehen, wie die Kohle mit wundervoll lebhafter Flamme darin zu brennen anfängt. Zieht man's schnell heraus, so glimmt's wieder nur, steckt man's wieder hinein, so flackert's wieder lebhaft auf, bis die Kohle ganz und gar verzehrt ist.

Also in der Flasche muß doch etwas anderes sein als gewöhnliche Luft!

Wie aber, wenn man viel Kohle zu diesem Versuche nimmt? Wird sie immerfort so schön verbrennen? Dies wird nicht der Fall sein. Es wird nur eine bestimmte Masse von Holzkohle in der Flasche verbrennen und dann ist es aus. Der Versuch kann nicht wiederholt werden, wenn man nicht neuen Sauerstoff in die Flasche hineinthut; denn es ist kein Sauerstoff mehr drinnen.

Wo aber, muß der Unkundige fragen, ist der Sauerstoff geblieben? Und wo ist eigentlich der Theil Kohle

geblieben, der darin rein aufgebrannt ist? Und endlich, was ist denn jetzt in der Flasche d'rin? —

Hierauf wird ihm der Kundige antworten: Der Sauerstoff ist nicht verschwunden und die Kohle ist nicht verschwunden, sondern beides ist noch immer in der Flasche, und zwar ist in der Flasche jetzt eine neue Luftart, die man **Kohlensäure** nennt, weil eben diese Luftart besteht aus **Kohlen**- und **Sauerstoff**, die sich chemisch verbunden haben.

Gewiß wird der Unkundige hierüber staunen und über das, was man chemische Verbindung nennt, eine Aufklärung haben wollen; denn das muß doch ein ganz eigenthümlich Ding sein, wenn es eine schwarze rußige Kohle mit der klaren durchsichtigen Luftart, wie der Sauerstoff, so durcheinander arbeiten kann, daß aus beiden zusammen eine neue Luft wird, die gar nicht ein bischen rußig ist. Aber ohne Zweifel wird der Kundige sagen: Halt ein, Freund, mit Fragen, das soll Dir Alles schon später klar werden, für jetzt wollen wir noch ein paar andere Versuche machen.

Und wir wollen's auch so machen:

Wir nehmen nun eine neue Flasche voll Sauerstoff, und stecken statt der Kohle ein paar Schwefelfäden an den Eisendraht, zünden diese an und stecken sie brennend in die Flasche. Sofort wird man sehen, daß der Schwefel in wundervoller, blauer Flamme verbrennt. — Wenn man damit fertig ist, so wird man bemerken, daß wieder der Sauerstoff fort ist, denn weder Kohle noch Schwefel wollen in der Flasche brennen. Auch vom Schwefel ist ein Theil weg; dafür aber ist in dieser Flasche eine neue Luftart, die sehr stechend riecht, und von der Jeder am Geruch erkennen wird, daß dies so etwas von Schwefelsäure sein muß. Und wirklich ist die Luftart etwas derartiges, es ist schweflige Säure, die man, wie wir später erfahren werden, in

wirkliche flüssige Schwefelsäure verwandeln kann. — **Genug,** wir haben hier wieder einen Fall, wo sich ein fester **Körper** Schwefel, mit einem luftförmigen, Sauerstoff, **chemisch** verbunden hat und dadurch ist eine neue Luftart **entstanden**, die nicht wie Schwefel riecht und nicht wie **Sauerstoff** geruchlos ist, sondern einen stechenden das **Athmen** erschwerenden Geruch hat. — Ja, wenn wir **versichern,** daß man aus Schwefel und aus Sauerstoff wirkliche **Schwefelsäure** macht und alle Schwefelsäure in der **Welt nur** aus diesen Dingen gemacht worden ist, so wird **man gestehen** müssen, daß es um die Chemie etwas ganz **wunderliches** ist, denn sie kann eine Luftart und einen **festen Körper** mit einander so verbinden, daß daraus **eine Flüssigkeit** entsteht.

Doch wir können uns jetzt auch bei der **Erklärung** dieses Vorganges noch nicht aufhalten, sondern **wollen im** nächsten Abschnitte noch einen dritten Versuch **mit dem** Sauerstoff anstellen.

III. Sauerstoff und Phosphor. — Sauerstoff und Eisen.

Der Versuch, den wir jetzt mit dem Sauerstoff **anstellen**, besteht darin, daß wir ihn einmal mit **Phosphor** in Verbindung bringen wollen.

Unsere gewöhnlichen Zündhölzchen, die man **durch Reiben** zum Brennen bringt, erhalten diese Eigenschaft **eben** durch den Phosphor, in welchen man ihre Spitze **eingetaucht** hat. Phosphor ist so leicht entzündlich, daß **er durch** die Wärme, welche beim Reiben entsteht, in Brand **geräth.** Der brennende Phosphor bringt nun den Schwefel in **Brand,** mit welchem jedes Zündhölzchen überzogen ist, **und der** Schwefel zündet wiederum das Hölzchen selber an. **Der**

Phosphor ist es, den man leuchten sieht, wenn man im Finstern mit der warmen Hand über die Zündhölzchen fährt. Man bemerkt sowohl über dem Zündhölzchen wie auf der Hand einen leuchtenden Nebel schimmern, der eben nichts ist als der sehr leicht brennende Phosphor. Allein an unsern Zündhölzchen ist der Phosphor nicht rein, und hat außerdem noch einen farbigen Lacküberzug, damit die Entzündung nicht gar zu leicht geschehe, was viel Unglück veranlassen würde. Ein reines Stückchen Phosphor ist weiß und weich wie Wachs; und ein solches Stückchen, ungefähr so groß wie eine Erbse, wollen wir zu unserm jetzigen Versuch verwenden.

Bringt man solch ein Stückchen Phosphor an einen Draht an und hält ihn in die Flasche, die mit Sauerstoff gefüllt ist, so braucht man den Phosphor nur mit einer erwärmten Stricknadel zu berühren, um ihn in Brand zu bringen, und der Phosphor brennt in dem Sauerstoff mit einem herrlichen leuchtenden Glanz, der das Auge fast blendet und den Eindruck des Sonnenlichtes auf dasselbe macht. Hierbei füllt sich die Flasche mit einem weißen Rauch an, der, wenn man die Flasche ruhig stehen läßt, sich zu Boden legt, und wenn man vorher etwas Wasser in die Flasche gethan hat, sich mit dem Wasser mischt und diesem einen sauern Geschmack giebt.

Auch bei diesem Versuch ist der Sauerstoff fort und der Phosphor fort; aber sie sind nicht verschwunden, sondern sie haben sich chemisch verbunden und haben einen neblichen Stoff gebildet, der, weil er eben aus Phosphor und Sauerstoff besteht, den Namen Phosphorsäure führt.

Man wird nun schon einsehen, weshalb das Gas, mit dem wir eben die Versuche anstellen, den Namen Sauerstoff hat, denn in der That ist es diese Luft, die in Verbindung mit Kohle, mit Schwefel und mit Phosphor und

noch vielen andern Dingen Stoffe erzeugt, die einen sauern Geschmack haben, und wir werden später sehen, daß es der Sauerstoff wirklich ist, der auch andere Dinge sauer macht, wie z. B. das Bier, die Milch, wenn sie lange offen gestanden haben.

Wir werden sogleich den merkwürdigen Sauerstoff noch gründlicher kennen lernen, wollen aber für jetzt noch einen sehr interessanten Versuch mit ihm machen.

Man nehme einen feinen Eisendraht und drehe ihn so über ein Stück Tafelstein, daß der Draht wie ein Pfropfenzieher aussieht. Nun ziehe man den Tafelstein heraus und stecke unten an das Ende dieses künstlichen Pfropfenziehers ein Stückchen Feuerschwamm. Zündet man diesen Schwamm an und steckt ihn mit dem Draht hinein in eine Flasche, die mit Sauerstoff gefüllt ist, so fängt erst der Schwamm an lebhaft zu brennen; dann aber zündet er auch den Draht selbst an, und dieser fängt an zu glühen und Funken zu sprühen, als ob er ein leichtes Stückchen trocknes Holz wäre. Ja, der Draht verbrennt vollständig und fällt in kleinen Kügelchen auf den Boden der Flasche, und diese Kügelchen sind so furchtbar heiß, daß selbst, wenn ein wenig Wasser unten in der Flasche ist, die Kügelchen im Wasser nicht erkalten, sondern sich in den Boden der Flasche einsenken und in dem Glase einschmelzen.

Aus diesem interessanten Versuch sieht man, daß nicht nur Kohle, Schwefel und Phosphor im Sauerstoff lebhafter brennen als in der gewöhnlichen Luft, sondern daß auch Eisen, welches in der gewöhnlichen Luft sofort zu glühen aufhört, so wie man es aus dem Feuer nimmt, im Sauerstoff fortglüht und rein verbrennt, als wäre es ein Streifchen Holz.

Auch bei diesem Versuch ist der Sauerstoff aus der Flasche fort und ebenso ist das Eisen verbrannt; dafür

aber hat man die Kügelchen, die herabgefallen sind; und woraus bestehen diese Kügelchen? Sie bestehen wirklich aus Eisen in chemischer Verbindung mit Sauerstoff. — Man kann es beweisen, daß dies so ist. Wenn man nämlich den Eisendraht vor dem Versuch ganz genau gewogen hat, und man auch weiß, daß man etwa 10 Gran Sauerstoff in der Flasche hatte, so wird man finden, daß der Sauerstoff ganz verzehrt ist und die Kügelchen und der etwanige Rest vom Draht jetzt netto 10 Gran mehr wiegt als vor dem Versuch.

Wir wollen nun vorläufig keine neuen Versuche vornehmen, sondern die Erklärung all' derselben unsern Lesern vorführen.

IV. Wie gewinnt man Sauerstoff?

Bevor wir weiter gehen in unsern Mittheilungen über den Sauerstoff, müssen wir erst eine Frage beantworten, die gewiß schon vielen unserer Leser mehrmals auf der Zunge geschwebt hat. Wir meinen die Frage: Wo bekommt man denn eine Flasche voll Sauerstoff her?

Den Sauerstoff findet man überall; aber nirgend in der Natur rein, das heißt unvermischt und unverbunden mit andern Stoffen. Reines Sauerstoffgas muß man sich erst künstlich darstellen, wenn man es haben will.

Die Luft, die die ganze Erde umgiebt, die Luft, die in unsern Stuben, auf den Straßen, in Wald und Feld und Garten ist, besteht aus Sauerstoff; aber dieser Sauerstoff ist mit einer zweiten Luftart gemischt, die man Stickstoff nennt. Sauerstoff und Stickstoff beisammen athmen wir fortwährend ein, und zwar besteht die Luft aus vier Theilen Stickstoff und einem Theil Sauerstoff, die untereinander gemengt sind und die merkwürdigerweise sich allent-

halben in solchem Verhältniß mengen. **Alexander von Humboldt** hat schon vor sechszig Jahren **Proben** angestellt und die Luft in den überfülltesten **Theatern in Paris**, auf den höchsten Spitzen der Berge der **Erde, und** in den höchsten Regionen der Luft, welche er **mit Luftballons er**reichen konnte, untersucht, und hat das **merkwürdige Resultat** gefunden, daß allenthalben die Luft **genau aus der**selben Mischung besteht. Die verdorbene **Luft in Theatern** und überfüllten Räumen rührt nur da**her, daß sich noch** andere Stoffe der Luft beimischen. **Das Verhältniß des** Stickstoffs zum Sauerstoff bleibt aber **merkwürdigerweise** allenthalben dasselbe. Eine Thatsache, **die bisher noch** nicht vollständig erklärlich ist.

Genug, es fehlt nicht an Sauerstoff**; aber ihn rein** zu erhalten, das ist ein Kunststück, das **nur der Chemiker kann.**

Das Kunststück wäre sehr leicht, wenn **man nur wüßte**, wie man den Stickstoff fortbringt. Jede **leere Flasche ist bekanntlich** nicht leer, sondern es ist Luft **darin, das heißt:** in der Flasche stecken vier Theile Stick**stoff und ein Theil** Sauerstoff. Erfände nun ein Mensch **ein Ding, das die** Eigenschaft hätte, nur Stickstoff in sich **einzusaugen und keinen** Sauerstoff, so brauchte man nur **dies Ding in die** Flasche zu werfen, diese zuzustopfen, und **nach einer Weile**, wenn aller Stickstoff aufgesogen ist, **wäre in der Flasche wirklich** reiner Sauerstoff vorhanden. **Aber das Ding ist noch** nicht erfunden und wird vielleicht **nie erfunden werden**, obgleich diese Erfindung die größte **der Welt wäre. Es ist nämlich eigenthümlich**, daß Alles, **was wir in der Welt kennen, weit eher** den Sauerstoff **an sich zieht, als den** Stickstoff.

Wir haben es gesehen, daß sich Koh**le mit Sauerstoff verbindet** und Kohlensäure bildet, desgleichen **wie es Schwefel,**

Phosphor und Eisen thut. Es thun dies aber alle Dinge in der Welt, die wir kennen. Unter gewissen Umständen verbinden sich alle Stoffe leicht mit Sauerstoff; aber bei weitem schwerer mit dem Stickstoff. Daher kommt es denn, daß man sehr leicht reinen Stickstoff darstellen kann, aber nicht so leicht reinen Sauerstoff.

Will man nun aber reinen Sauerstoff haben, so muß man dies künstlich anstellen.

Wir wollen nun einen solchen Versuch anführen.

Es giebt ein rothes Pulver, das den Namen hat: Quecksilber-Oxyd, und dies besteht aus Quecksilber und Sauerstoff, die chemisch verbunden sind. Quecksilber hat gewiß schon jeder unserer Leser gesehen; dieses flüssige schwere Metall kann man in Salpetersäure auflösen und durch weitere chemische Behandlung dahin bringen, daß es zu einem rothen Pulver wird, das, beiläufig gesagt, sehr giftig ist, dem aber kein Mensch ansehen wird, daß dies Quecksilber gewesen. Dieses Quecksilber hat nun ebenso Sauerstoff in sich verbunden, wie es bei den Kügelchen der Fall war, die während des Verbrennens des Eisendrahtes entstanden sind. — Und dieser Sauerstoff eben kann durch Hitze wieder ausgetrieben und durch geeignete Vorrichtungen aufgefangen werden.

Wie man das macht, das kann man durch bloße Beschreibung nicht gut deutlich zeigen, genug, wenn unsere Leser sich das eine merken, daß man des Sauerstoffs nicht rein habhaft werden kann, wenn man ihn nicht aus einer chemischen Verbindung treibt, in welcher er mit einem andern Stoff sich befindet. —

Nun aber ist es hohe Zeit, sich klar zu machen: was ist denn das: eine chemische Verbindung? — Warum ist der Stickstoff so eigensinnig, sich nicht zu verbinden und

warum der Sauerstoff so gutwillig, allenthalben eine Verbindung einzugehen?

Wir haben gesehen, daß sich Kohle verbindet mit Sauerstoff, Schwefel verbindet mit Sauerstoff, daß Phosphor, Eisen, Quecksilber sich mit Sauerstoff verbinden und können noch versichern, daß auch Silber, Kupfer, Blei, Zink und noch viel, viel andere Dinge die Verbindung mit Sauerstoff eingehen. Wie ist es denn nun, wenn sich mehrere Dinge dem Sauerstoff darbieten, mit denen er sich verbinden kann, — kann man da auch sagen, welche Verbindung er vorziehen wird?

Das sind Fragen, die uns, verehrter Leser, schon ein ganzes Stück tief in die Chemie hineinführen; und darum eben wollen wir daran gehen, diese Fragen zu ordnen und möglichst klar zu beantworten.

V. Was ist eine sogenannte chemische Verbindung?

Wir wollen es vorerst einmal klar zu machen suchen, was denn eigentlich eine chemische Verbindung ist; wir werden dadurch in den Stand gesetzt werden, die äußerst wichtige Verbindung des Sauerstoffs mit andern Stoffen unsern Lesern deutlicher zu machen. Vorerst aber müssen wir eine Hauptaufgabe der Chemie etwas näher kennen lernen.

Fast alle Dinge, die man im gewöhnlichen Leben oder in der Natur zu Gesichte bekommt, sind nicht einfache Stoffe, sondern sie sind zusammengesetzt aus verschiedenen Stoffen. Nur einzelne Metalle, wie Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Blei, Zink u. s. w. sind einfache Stoffe, und kommen im gewöhnlichen Leben vor.

Die Chemie hat sich aber die Aufgabe gestellt, herauszubringen, aus wie viel einzelnen Stoffen eigentlich die

Welt besteht und hat zu diesem Zweck alles, was nur zu haben ist, der Untersuchung unterworfen. Bei dieser Untersuchung fand sich denn, daß all die vielen Millionen Dinge, die auf Erden vorhanden sind, nur bestehen aus einigen sechszig einfachen Stoffen, die in verschiedener Weise mit einander verbunden, die verschiedensten Dinge in der Welt bilden. Man kann gewissermaßen sagen: der Schöpfer aller Dinge hat nur gebraucht einige sechszig Dinge zu erschaffen, denn aus diesen sechszig Dingen und ihren verschiedenen Verbindungen untereinander kann man die ganze Welt zusammenstellen.

Wir haben schon das Beispiel mit dem Kochsalz angeführt. Wer in aller Welt würde glauben, daß Kochsalz aus zwei Dingen gemacht ist, von denen das eine ein Metall und das andere eine giftige Luftart ist; und doch ist es so. Das Metall heißt Natrium und die Luftart heißt Chlor. Diese beiden sind die Grundstoffe, die, wenn sie sich chemisch verbinden, reines Kochsalz werden. Also Salz ist kein Grundstoff und brauchte auch nicht geschaffen zu werden. Aber man glaube ja nicht, daß aus dem Natrium etwa nichts weiter gemacht werden kann als Kochsalz, oder daß das Chlor nur dazu gebraucht wird. Das Natrium verbindet sich mit vielen andern Stoffen zu ganz andern Dingen und das Chlor nicht minder. Und so geht es mit allen andern Grundstoffen; sobald sie sich chemisch mit einem andern Stoff verbinden, wird aus ihnen ein ganz ander Ding, das weder in Ansehen, noch in Geschmack, noch im Geruch den Grundstoffen oder einer andern Verbindung derselben ähnlich wird. —

Wie aber ist es eigentlich mit der chemischen Verbindung? Wie wird die bewerkstelligt? und wodurch wird sie hervorgerufen? Kann man alle Dinge in der Welt chemisch mit einander verbinden?

Hierauf giebt die Chemie folgende Antwort:

Die sechszig Grundstoffe, die man auch Elemente nennt, haben die besondere Eigenschaft, daß unter gewissen Umständen die kleinsten Theilchen eines Stoffes eine Anziehung ausüben auf die kleinsten Theilchen eines andern Stoffes, und dadurch verbinden sich zwei Stoffe durch eine eigne Kraft der Anziehung und bilden in ihrer Vereinigung ein ganz neues Ding, das den Stoffen oft gar nicht mehr ähnlich ist.

In den gewöhnlichen Lehrbüchern ist diese Neigung eines Stoffes, sich mit einem andern Stoff zu verbinden, mit dem Namen „Verwandtschaft" bezeichnet; und man sagt zum Beispiel: „der Sauerstoff hat eine Verwandtschaft zur Kohle und verbindet sich mit ihr chemisch, um Kohlensäure zu bilden". Allein diese Bezeichnung „Verwandtschaft" führt sehr leicht irre, denn man glaubt, daß die Stoffe, die eine Verwandtschaft zu einander haben, auch unter einander in irgend welcher Weise sich gleich oder ähnlich sein müssen, wie das eben im gewöhnlichen Leben bei Verwandten der Fall ist. — Die Sache ist aber gerade umgekehrt: Je verschiedener und abweichender die Eigenschaften zweier Stoffe von einander sind, desto lebhafter findet ihre Verbindung statt.

Zwei Stoffe, die ihrer Natur, ihren Eigenschaften nach sich ähnlich sind, verbinden sich gar nicht mit einander oder nur äußerst schwierig. Z. B. Eisen und Silber sind zwei Grundstoffe, die ihrer Natur nach viel Aehnlichkeit mit einander haben; aber sie verbinden sich nicht chemisch miteinander. Dahingegen ist Sauerstoff ein Ding, das nicht die geringste Aehnlichkeit mit Silber hat und eben so wenig mit Eisen, und doch verbindet sich unter geeigneten Umständen Silber mit Sauerstoff und bildet ein dunkles Pulver, dem es kein Mensch ansehen möchte, daß dies das blanke Silber und der lichte durchsichtige Sauerstoff

ist; und ebenso verbindet sich Sauerstoff mit Eisen und bildet unsern gewöhnlichen Rost, der alles Eisen überzieht, wenn es der feuchten Luft ausgesetzt ist. —

Wir wollen uns also vorläufig mit dem einen Lehrsatz begnügen, daß unter den sechszig Grundstoffen eine Verbindungslust stattfindet, die aber immer größer wird, je unähnlicher sich die Stoffe ihrer Natur nach sind.

VI. Die Verbrennung.

Nachdem wir gesehen, daß die chemischen Grundstoffe einen eigenthümlichen Trieb haben, sich mit einander zu verbinden, und auch zugleich erfahren haben, daß dieser Trieb der Verbindung immer stärker ist, je weniger die Stoffe sich ihrer Natur nach ähnlich sind, wollen wir nunmehr daran gehen, die Verbindungen des Sauerstoffs, die Umstände und die Erscheinungen, unter welchen sie stattfinden, etwas näher kennen zu lernen.

Man darf sich nicht vorstellen, daß zwei Stoffe immer sich sofort verbinden, wenn man sie zu einander bringt; es sind vielmehr Umstände dabei nöthig, durch welche die Verbindung bewerkstelligt, begünstigt und je nachdem beschleunigt wird.

Wir haben gesehen, daß sich Sauerstoff und Kohle verbunden und Kohlensäure gebildet haben. Dazu ist aber durchaus nöthig, daß man die Kohle anzündet oder richtiger, es findet die Verbindung nur bei dem Grade von Erhitzung statt, in welchem die Kohle in Gluth geräth. — Ebenso ist es mit den andern Stoffen der Fall gewesen, die wir bei den Versuchen mit dem Sauerstoff erwähnt haben. Schwefel kann man Tage lang im Sauerstoff liegen lassen, ohne daß er sich mit dem Sauerstoff verbindet

und schweflige Säure bildet. Erst wenn man ein kleines Stückchen davon in Brand setzt, erst dann tritt die Verbindung ein, und durch die Verbindung entsteht ein so hoher Grad von Hitze, daß der noch nicht entzündete Schwefel sich entzündet und die Verbindung immer weiter vor sich schreitet.

Es ist von der äußersten Wichtigkeit, sich dies so klar wie möglich zu machen, denn hierdurch erst ist man im Stande, sich eine große Masse von Erscheinungen, die man alltäglich sieht, zu erklären.

Woher mag es wohl kommen, daß ein paar glühende Kohlen einen ganzen Ofen voll Holz in Brand setzen und in Kohle verwandeln? Und was ist dazu nöthig, wenn dies geschehen und die Kohlen nicht ausgehen sollen?

Es kommt dies daher, daß die paar glühenden Kohlen dem Holz, dem sie nahe liegen, einen hohen Grad von Hitze verleihen. Da aber Holz selbst aus Kohlenstoff besteht, so bewirkt die Hitze, daß der Kohlenstoff des Holzes sich mit dem Sauerstoff der Luft, die im Ofen ist, verbindet, und hierdurch geräth das den Kohlen nahe liegende Theilchen Holz in Brand. — Nöthig ist aber hierzu, daß frische Luft in den Ofen einströmt, denn nur so lange frischer Sauerstoff dem Holz zugeführt wird, so lange kann die Verbindung fortdauern. Führt man keinen Sauerstoff zu, so geht das Feuer aus, d. h. die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff des Holzes hört auf.

Daher weiß es auch schon jedes Kind, daß ein Ofen Zug haben muß, d. h. man muß in jedem Ofen die Klappe, die zum Schornstein führt, öffnen, damit die heiße Luft des Ofens, in welcher der Sauerstoff schon verbraucht ist, nach oben abströmen kann; an der Ofenthüre aber muß man eine kleine Klappe öffnen, damit frische Luft zuströmt, in welcher Sauerstoff vorhanden ist, damit dieser Sauerstoff

sich immer weiter mit der erhitzten Kohle verbinden kann, d. h. damit das Feuer fortbrennt.

In der That, wenn man keine frische Luft, also keinen neuen Sauerstoff zuläßt, geht das Feuer aus; denn das Feuer entsteht eben nur dadurch, daß eine chemische Verbindung zwischen dem Sauerstoff und dem Kohlenstoff des Holzes stattfindet. Und umgekehrt, macht man eine Vorrichtung am Ofen, durch welche im Innern des Ofens sich immer frischer Sauerstoff neu bildet, so braucht man keine Zugklappe an der Ofenthür, denn so lange Sauerstoff im Ofen ist, so lange wird auch das Holz brennen, oder chemisch ausgedrückt: so lange wird auch die chemische Verbindung von Sauerstoff und Kohlenstoff im Ofen stattfinden.

Hierdurch wird sich Jedermann sehr leicht überzeugen, daß die Chemie zwar eine Kunst ist, die scheinbar noch von wenig Menschen gekannt wird; aber im praktischen Leben wird sie von allen Dienstmädchen und Hausfrauen ausgeübt, denn wer auch nur einmal einen Ofen geheizt hat, hat eigentlich ohne zu wissen dasselbe Kunststück gemacht, das wir im ersten Versuch vorgeführt haben. Er hat eine chemische Verbindung von Sauerstoff und Kohlenstoff hergestellt.

Darum sind auch die Oefen die besten, die einen starken Zug haben, d. h. wo recht viel frische Luft mit recht starkem Strom durch die Klappe der Ofenthür hineinzieht, so daß recht viel Sauerstoff aus der Luft durch das heiß gewordene Holz zieht und sich mit diesem chemisch verbindet. Darum pustet auch die Köchin in das Feuer auf den Heerd, damit es besser brenne, d. h. sie treibt mit dem Pusten einen Strom von Luft ins Feuer hinein, damit mehr Sauerstoff an das erhitzte Holz komme. Darum braucht der Feuerarbeiter den Blasebalg, damit die schwer

brennende Steinkohle recht viel Sauerstoff bekomme zur chemischen Verbindung, die eben das Brennen zu Wege bringt, und darum brannte auch bei unserm Versuch das Stückchen Kohle so schön in der Flasche voll Sauerstoff, weil eben das Verbrennen nur eine Erscheinung ist, welche stattfindet, wenn sich Sauerstoff recht schnell und energisch mit Kohle oder mit andern Stoffen verbindet.

Man sieht wohl, daß eigentlich alle Welt Chemie treibt, ohne daß sie es weiß.

VII. Die Lehre der Chemie über das Verbrennen.

Nachdem wir nun gesehen haben, was denn eigentlich beim Verbrennen des Holzes vor sich geht, daß hierbei eben eine chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff des Holzes stattfindet, können wir einen großen Lehrsatz der Chemie aussprechen, den wohl schon Jedermann oft genug gehört, aber Viele doch nicht verstanden haben. Der Lehrsatz lautet:

Verbrennung ist gar nichts anderes als ein chemischer Prozeß, und Feuer ist nur eine Erscheinung dieses Prozesses.

Bei allen Verbrennungen, die wir vornehmen, wenn wir ein Licht, eine Lampe, ein Stück Holz anzünden, thun wir gar nichts anderes, als daß wir Licht, Lampe oder Holz in den Zustand versetzen, in welchem sich gewisse Stoffe mit dem Sauerstoff der Luft verbinden können.

Ein brennendes Licht verlischt sofort, wenn wir ihm den Sauerstoff der Luft entzogen haben. Stellt man ein Stückchen Licht auf den Tisch und deckt ein leeres Bierglas darüber, so fängt das Licht bald an dunkler zu brennen und geht endlich aus. Denn das Fortbrennen ist nur eine Erscheinung, die stattfindet während der Verbindung

des Brennstoffs mit dem Sauerstoff der Luft. Könnte man die Erfindung machen, daß man einem großen Theil der Luft den Sauerstoff entzieht, so wäre man im Stande, brennende Häuser augenblicklich zu löschen (man brauchte nur dem Brand den Sauerstoff zu entziehen). Die Wärme und das Licht des Feuers sind nur Erscheinungen eines chemischen Prozesses. Die Flamme eines gewöhnlichen Lichtes kann Jedermann schon viel Belehrendes bieten. Dort wo die Flamme mit dem Sauerstoff der Luft in naher Berührung ist, in der äußeren Hülle der Flamme, dort ist sie heiß und hell; im Innern der Flamme aber, wohin nur wenig Sauerstoff dringt, ist sie weder so hell noch so heiß. Hält man einen dünnen Holzspan gerade mitten durch die Flamme, so wird man bemerken, daß dieser nicht in der Mitte zu brennen anfängt, sondern an beiden Seiten. Bei einiger Geschicklichkeit kann man den Span zeitig genug wieder herausnehmen, bevor er zu brennen angefangen und man bemerkt, daß nur die Ränder der Flamme das Holz verkohlt haben, während die Mitte der Flamme den Span fast unversehrt ließ. —

Hieraus aber kann man die große Wahrheit lernen, daß je schneller und leichter ein brennbarer Stoff sich mit Sauerstoff verbindet, desto stärker ist die Wärme, die daraus entsteht, und je schwerer und langsamer ein Stoff sich mit Sauerstoff verbindet, desto weniger Wärme wird dadurch entwickelt.

Jetzt wird es auch Jedem klar werden, warum die Stubenöfen schlecht heizen, in denen das Holz langsam verbrennt, obgleich man in ihnen stundenlang Feuer hält, während die Oefen gut heizen, in denen das Feuer schnell ausgebrannt ist. Die Oefen, in denen das Holz langsam verbrennt, haben nicht Zug genug, es strömt dem Holze wenig Sauerstoff zu und die Flamme ist daher nicht so

heiß. In solchen Oefen dagegen, in denen ein tüchtiger Zug durchgeht, also ein Strom Sauerstoff sich immerfort dem Holze darbietet, ist die Flamme heißer, sie durchwärmt den Ofen weit stärker, und da das Feuer schnell aus ist und man die Klappe, die zum Schornstein führt, auch bald schließen kann, geht wenig Wärme verloren.

Ja, das Zuführen des Sauerstoffs zur Flamme ist auch darum wichtig, weil dadurch viel Theile verbrennen, die sonst unverbrannt bleiben.

Schon jede Köchin weiß es, daß das Feuer, wenn es auf dem Heerd nicht brennen will, außerordentlich stark raucht; bläst man es an, so schlägt die Flamme hoch auf und der Rauch verschwindet. — Was aber ist der Rauch und wo bleibt er beim Anblasen? Der Rauch ist fast nichts als feine Kohle, die mit der heißen Luft nach oben steigt. Bläst man das Feuer tüchtig an, so giebt man ihm viel Sauerstoff und vermehrt seine Hitze; in dieser Hitze verbindet sich auch die feine Kohle des Rauches mit dem Sauerstoff und giebt eine herrliche heiße Flamme; entzieht man ihm den Sauerstoff, so geht der Rauch, also ein kostbarer Theil des Holzes unverbraucht fort und setzt sich als Ruß in den Schornstein.

Bei einer gewöhnlichen Lampe mit einem Zylinder kann man einen vortrefflichen Versuch hierüber anstellen. Warum brennt die Lampe flackrig, rußig und trübe, wenn man den Zylinder abnimmt, und weshab brennt sie hell, weiß und rein, wenn man den Zylinder wieder aufsetzt? — Aus keinem andern Grunde, als weil der Zylinder, wenn er auf die brennende Lampe gesteckt wird, eine vortreffliche Art von Blasebalg ist.

Der Zylinder ist oben und unten offen. Oben strömt die heiße Luft immerfort aus und von unten strömt in einem fort frische Luft zu, dadurch erhält die Flamme

fortwährend frischen Sauerstoff und es entsteht so eine bedeutende Hitze; in dieser Hitze vermag aber auch der Ruß zu brennen, d. h. er kann sich mit dem zuströmenden Sauerstoff verbinden und deshalb ist die Flamme leuchtend und heiß. Nimmt man aber den Zylinder ab, so hört die Strömung der Luft an der Flamme auf und ein Theil des brennbaren Stoffes geht als Ruß verloren.

VIII. Chemie ist allenthalben.

Wir haben nun gesehen, daß man gar nicht weit umher zu suchen hat, um auf chemische Prozesse zu stoßen, daß das Feuer jeder Köchin auf dem Heerd, jedes Feuer, das man im Ofen anzündet, nichts ist als ein Stück Chemie; denn Verbrennen ist Herstellung einer chemischen Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff, und das Feuer ist nur eine Erscheinung, die bei dieser Verbindung zum Vorschein kommt.

Wo aber bleibt in solchen Fällen das Resultat der Verbindung?

Bei unserm Versuch, wo wir Kohle in Sauerstoff verbrennen ließen, entstand K o h l e n s ä u r e als das Resultat der Verbrennung, und wir sahen, daß diese Kohlensäure nichts ist, als die Kohle und der Sauerstoff, die sich zu einer neuen Luftart verbunden haben. — Geschieht nun beim Verbrennen des Holzes auch dergleichen?

Es geschieht auf jedem Heerd und in jedem Ofen ganz dasselbe. Jeder Heerd und jeder Ofen ist eine chemische Fabrik, in welcher Kohlensäure fabrizirt wird, die Leute wissen das gewöhnlich nur nicht, und nicht selten geschieht großes Unglück durch diese Unwissenheit.

Die reine Kohlensäure ist nämlich ein farbloses, fast

geruchloses Gas, in welchem man nicht leben kann. Thiere, die man in ein Gefäß bringt, in welchem nur Kohlensäure enthalten ist, ersticken sehr bald, denn zum Leben ist das Einathmen von Sauerstoff nöthig — wir werden später sehen, warum dies so ist —; da aber in der Kohlensäure der Sauerstoff schon verbunden ist mit dem Kohlenstoff, kann er in den Lungen des Thieres nicht die Wirkung thun, die zum Leben nöthig ist, und das Thier erstickt ganz so, als ob es gar keine Luft hätte einathmen können. Die Kohlensäure ist also eine für unsere Stuben schädliche Luftart und deshalb ist es auch wichtig, daß sie mit dem Rauch und mit der erhitzten Luft hinauszieht in den Schornstein, und dies geschieht auch, obgleich die Kohlensäure eine Luftart ist, die schwerer wiegt als gewöhnliche Luft und bei ruhiger Luft zu Boden sinkt.

Allein noch bei weitem schädlicher als reine Kohlensäure ist die halbfertige Kohlensäure, die den Namen Kohlen-Oxydgas hat. In der Kohlensäure ist immer zweimal so viel Sauerstoff als Kohle; in der halbfertigen Kohlensäure ist nur so viel Sauerstoff wie Kohlenstoff enthalten, und diese wirkt auf die Lungen außerordentlich giftig.

Wenn nun in einem Ofen, der keinen reichlichen Zug hat, Feuer angemacht wird, so entwickelt sich zuerst in demselben die halbfertige Kohlensäure, sobald nicht Sauerstoff genug da ist, die vollständige Kohlensäure zu bilden; schließt man nun zu früh die Klappe, die zum Schornstein führt, so füllt sich zuerst der Ofen mit diesem Kohlengas, sodann fängt es an in die Stube hineinzuströmen, und da es schwerer ist als die gewöhnliche Luft, nimmt dies Gas die unterste Schicht am Fußboden ein und steigt bei der Vermehrung immer höher.

Dieses Gas ist aber beim Athmen so gefährlich, daß wenig Augenblicke ausreichen, den Tod herbeizuführen, und

dieses Unglück geschieht in gar vielen Fällen und oft in einer Weise, die Vielen unerklärlich ist.

Es kam bei solchen Gelegenheiten schon öfter vor, daß die, welche auf Stühlen saßen oder standen, nicht die mindeste Uebelkeit empfunden haben, während Kinder, die auf dem Fußboden spielten, plötzlich vergiftet umfielen; was daher rührte, daß das gefährliche Gas sich immer erst am Boden sammelt. — In manchen Kellern, wo viel Getränke gähren, entwickelt sich dieses Gas und man erstaunt oft, daß Menschen, wenn sie aufrecht gehen, ganz wohl bleiben, während derjenige, der sich bückt, um Etwas aufzuheben, vergiftet niederfällt. Zuweilen strömt auch dieses gefährliche Gas aus Spalten der Erde hervor und lagert sich in der Tiefe von Thälern, welche man Giftthäler nennt, da denjenigen, der sie betritt, der Tod ereilt. — In der Nähe von Neapel befindet sich eine berühmte Höhle, die man die Hundsgrotte nennt, die gleichfalls in der Tiefe stets mit Kohlengas gefüllt ist, in dieser Grotte können Menschen ganz gefahrlos umhergehen, während Hunde, deren Kopf dem Boden näher ist, darin sterben.

Wir führen alle diese Fälle an, um erstens zu zeigen, daß eigentlich jeder Ofen eine chemische Fabrik ist, worin Kohlensäure, oder die halbe Kohlensäure, die man auch Kohlendampf nennt, erzeugt wird; wir haben aber auch die kleinen Nebenbemerkungen über die Gefahr des Kohlendampfes hinzugefügt, weil leider zu oft schon aus der Unwissenheit der Menschen in dieser Beziehung Unglück entstanden und es höchst wichtig ist, Jedermann hierüber zu belehren. Zu diesem Zwecke fügen wir noch hinzu, daß man in zweifelhaften Fällen, wo man vermuthet, daß der Ofen zu früh geschlossen worden ist, nicht nach dem Geruch in den oberen Schichten der Luft urtheilen darf, sondern

die Luft unten am Fußboden untersuchen muß, um sich vor Gefahren zu sichern.

IX. Die Wanderung des Sauerstoffs durch unsern Körper.

Wir haben nunmehr gezeigt, wie in jedem Ofen, auf jedem Heerd eigentlich das Kunststück vorgeht, das wir beim Verbrennen der Kohle in der Flasche mit Sauerstoff gesehen haben, und es wird nun jedem Leser klar werden, daß man sich nur dann einen richtigen Begriff von Dingen machen kann, die man alltäglich sieht, wenn man im Stande ist, sich einen Einblick in das Wesen der Chemie zu verschaffen.

Bevor wir nun in unserm Thema weiter gehen, wollen wir nur noch einen der wichtigsten Prozesse im Leben erklären, um darzuthun, wie nicht nur allein um uns, sondern auch in uns alles sofort der Vernichtung anheim fiele, wenn wir nicht fortwährend einen chemischen Prozeß in unserm Körper unterhielten, der mit dem Verbrennen des Holzes im Ofen die größte Aehnlichkeit hat.

So fremdartig und wunderbar es auch dem Unkundigen im ersten Augenblick erscheint, so wahr und so vollkommen richtig ist es, wenn man behauptet, daß der Mensch mit jedem Athemzug seinen Körper wie einen Ofen einheizt und mit jedem Ausathmen die Klappe dieses merkwürdigen Ofens öffnet und das schädliche Gas ausfließen läßt. —

Alle Welt weiß, daß man fortwährend einathmen und ausathmen muß, und daß das Leben aufhört, sobald der Athem stockt; aber nur wer einen Einblick in die Chemie hat, begreift es, warum dies so ist.

Zum Leben ist eine ununterbrochene chemische Thätigkeit unseres Körpers nöthig, und das allererste Erforderniß ist, daß nach jedem Theil unseres Körpers Sauerstoff hinströmt, um dort eine chemische Verbindung eigener Art einzugehen. Diesen Sauerstoff nehmen wir durch Einathmen der Luft in uns auf. Bei jedem Male, wenn sich der Brustkasten ausdehnt, füllt sich die Lunge wie eine Art Blasebalg mit Luft, und da in der Luft immer ein fünftel Sauerstoff vorhanden ist, so bekommen wir Sauerstoff in den Körper. Aber dies würde uns nicht viel helfen, denn der Sauerstoff muß durch den ganzen Körper wandern, er muß eben so in unser Auge, wie in unser Gehirn, in unsere Muskeln wie in unsere Knochen, mit einem Worte, nach jedem Pünktchen unseres Körpers hin, und dahin würde er nicht gelangen können, wenn nicht das Blut wäre, das von einer bestimmten Abtheilung des Herzens nach der Lunge getrieben wird und hier eine chemische Verbindung mit dem Sauerstoff eingeht.

Sobald dies geschehen ist, strömt es durch die Thätigkeit des Herzens wieder zu einer andern Abtheilung des Herzens zurück und vollendet so einen kleinen Kreislauf. Nun aber preßt sich das Herz wieder in einer besondern Abtheilung derart zusammen, daß das mit Sauerstoff verbundene Blut in die Schlag-Adern strömt und durch diese und ihre außerordentlichen Verzweigungen in alle Theile des Körpers getrieben wird. So gelangt das mit Sauerstoff getränkte Blut nach allen Punkten des Körpers hin, und somit ist es geschehen, daß der Sauerstoff der Luft durch den ganzen Körper verbreitet worden ist.

Nunmehr aber, sollte man glauben, wäre genug geschehen, da doch jetzt allenthalben Sauerstoff vorhanden ist, und wenn man ihn nur nicht davon läßt, so brauchte man nicht wieder zu athmen. Aber dem ist nicht so. Ganz so

wie zum Ofen immer neuer Sauerstoff zuströmen muß, um den chemischen Prozeß zu erhalten, weil der alte Sauerstoff im Verbrennen sich in Kohlensäure verwandelt, ganz so ist es im Körper der Fall. Der hauptsächliche chemische Prozeß im Körper besteht eben auch darin, daß in jedem Punkte unseres Körpers das vorgeht, was im Ofen der Fall ist. Allenthalben findet die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem unbrauchbar gewordenen Kohlenstoff des Körpers statt und es entsteht ganz wie im Ofen allenthalben im Körper Kohlensäure, die hinausgeschafft werden muß. Und dieses Geschäft übernimmt wiederum das Blut, es strömt auf anderm Wege durch besondere Blutgefäße zurück bis zum Herzen, hier wird es wieder zur Lunge getrieben, welche beim Ausathmen die Kohlensäure aus dem Körper entfernt.

Dieser in den Hauptzügen hier angegebene Vorgang des Einathmens und Ausathmens ist also dem chemischen Prozeß im Ofen sehr ähnlich. Wie ein Ofen nimmt jedes lebende Thier Sauerstoff ein, wie im Ofen verbindet sich im Körper der Sauerstoff mit dem Kohlenstoff zur Kohlensäure, wie beim Ofen stößt der Körper die Kohlensäure wieder aus.

Und in der That, der chemische Prozeß des Heizens und des Athmens ist ein und derselbe. Nicht nur der Vorgang ist sich ähnlich, sondern auch der Zweck. Ganz so wie man durch den Ofen die Erwärmung desselben erzielt, so erzielt man durch das Athmen die Lebenswärme des Körpers. Athmen ist zur Erwärmung des Körpers ganz so nothwendig, wie Zugluft zur Erwärmung des Ofens.

Wir wollen von diesem merkwürdigen chemischen Vorgang Einiges mittheilen.

X. Athmen und Einheizen.

Wir haben gesagt, daß das Athmen des Menschen ganz so die Erwärmung des Körpers, wie das Heizen die Erwärmung des Ofens hervorbringt.

Alle Menschen haben einen ganz bestimmten Grad von Körperwärme, der sich ganz gleich bleibt, es mag Sommer oder Winter, Hitze oder Kälte herrschen. Man nennt diese Wärme die Körper- oder Blutwärme, und sie beträgt circa 29 Grad. Diese Wärme im Innern des Körpers darf sich weder steigern noch darf sie abnehmen, wenn nicht Krankheit und Tod folgen soll, sie muß sich vielmehr stets gleich bleiben, und dies ist auch beim gesunden Menschen immer der Fall, so lange er essen und athmen kann.

Alles Fett, das der Mensch genießt, wie alle Stoffe, die im Körper sich in Fett umwandeln, dienen hauptsächlich dazu diesen Grad der Wärme zu erhalten. Das Fett nämlich besteht aus Kohlenstoff und den Bestandtheilen des Wassers. Der Kohlenstoff ist das Heizmaterial und die Bestandtheile des Wassers bewirken unter Umständen die Abkühlung durch Schweiß. Beim Athmen, wo man Sauerstoff in den Körper einführt, geschieht die Verbindung des Sauerstoffs und des Kohlenstoffs zur Kohlensäure und bei dieser Verbindung wird Wärme entwickelt, ganz so wie im Ofen bei der Bildung von Kohlensäure Wärme frei wird. —

Die Naturforscher sind darüber noch nicht ganz im Reinen, ob durch diesen chemischen Prozeß nur das Blut in den Lungen erwärmt wird und dieses die Wärme allen Theilen abgiebt, wo es hinströmt, oder ob der chemische Prozeß erst in jedem Theile des Körpers vor sich geht. Darüber herrscht aber nicht der mindeste Zweifel, daß die innere Erwärmung des Körpers nur von dem Kohlenstoff

herrührt, den wir hauptsächlich im Fett verzehren und von der Verbindung desselben mit dem Sauerstoff, den wir im Athmen einnehmen. —

Diese Thatsachen erklären auch manche Erscheinung, die sonst unerklärlich gewesen ist. Woher kommt es, daß wir im Winter mehr essen und fetteres Essen vertragen können als im Sommer? — Es kommt daher, daß wir im Winter schneller kalt werden, und daher stärker athmen müssen, um uns zu erwärmen. Aber zum stärkern Athmen gehört mehr Kohlenstoff im Körper und darum müssen wir mehr und Fetteres essen, als im Sommer. Deshalb darf man sich nicht wundern, wenn in den ewigen Eisfeldern des Nordens die Menschen Thran trinken und sogar Talglichter mit gutem Appetit verzehren, während in heißen Ländern jede Fleischspeise mäßig und fettes Fleisch nur mit Widerstreben genossen wird. —

Warum ißt derjenige, der eine sitzende Lebensart führt, sehr wenig? Weil er beim Sitzen weniger athmet und darum auch nicht viel Kohlenstoff verbraucht. Deshalb aber friert er auch weit leichter als derjenige, der sich viel bewegt, also auch kräftiger athmet und folglich auch mehr essen muß. — Athmen und Essen gehört so genau zu einander, um den Körper zu erwärmen, wie Zugluft und Brennmaterial zu einander gehören, um die Erwärmung des Ofens zu unterhalten.

Freilich wird mancher Leser fragen: wo ist denn das Feuer im Körper vorhanden, das im Ofen nöthig ist, um aus Sauerstoff und Kohlenstoff die Kohlensäure zu bilden?

Zur Antwort auf diese Frage müssen wir jedoch daran erinnern, daß, wie wir bereits gesagt haben, das Feuer nicht etwas Besondres ist, das außerhalb des chemischen Prozesses existirt, sondern fast alles Feuer, das wir erzeugen und fortpflanzen, ist nur eine Erscheinung in dem

chemischen Prozesse. — Und hier ist es, wo wir wiederum fortfahren können in der Erklärung dessen, was man den chemischen Prozeß nennt.

Es ist ein ausgemachter Lehrsatz, daß immer, wenn zwei Körper sich chemisch verbinden, dieser Akt unter Veränderungen der Wärme vor sich geht.

Man kann sich in einzelnen Fällen sehr leicht überzeugen, wie Wärme ohne Feuer nur als Erscheinung eines Naturprozesses entsteht. Wenn man in ein Glas kaltes Wasser etwas kalte Schwefelsäure gießt, wird das Wasser so heiß davon, daß oft das Glas zerspringt. Wenn man den Versuch in einem irdenen Topf macht, so fühlt sich der Topf so an, als ob heißes Wasser darin wäre. Und doch war das Wasser für sich kalt und die Schwefelsäure für sich ebenfalls kalt. Die Wärme entstand erst in dem Augenblick, wo beide Stoffe sich mit einander gemischt haben. — Nicht minder ist es bekannt, wie kaltes Wasser, auf ungelöschten Kalk gegossen, einen sehr heißen Kalkbrei herstellt. Dies mag als Beweis dienen, daß sich Wärme entwickeln kann, als Erscheinung bei einem Naturprozesse, und wir wollen nun sehen, daß dies bei fast allen chemischen Prozessen der Fall ist.

XI. Die chemische Wärme.

Es ist höchst wichtig, zur Kenntniß der chemischen Prozesse zu wissen, daß sie immer mit Wärme-Erscheinungen verbunden sind; nur tritt dies in einzelnen Fällen wenig merklich auf, während es in andern recht auffallend zur Erscheinung kommt. Und zwar geschieht dies in folgender Weise:

Wir wissen, daß die sechszig chemischen Grundstoffe

eine Neigung haben, sich mit einander zu verbinden; allein diese Neigung ist sehr verschieden. Während sich zum Beispiel Sauerstoff mit einem Metall, das den Namen Kalium führt, so leicht und schnell verbindet, daß man das Kalium nur rein erhalten kann in Steinöl, worin kein Sauerstoff vorhanden ist, — verbindet sich Sauerstoff mit Gold bedeutend schwerer, so daß man Gold in feuchter Luft liegen lassen kann, ohne daß es rostet, das heißt, ohne daß es eine Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft eingeht. Eisen oder Zink dagegen verbindet sich schon bei weitem leichter mit Sauerstoff, und setzt man eines dieser Metalle der feuchten Luft aus, so überzieht es sich mit einer Borke, die auf Eisen roth erscheint und Rost genannt wird, während Zink einen weißgrauen Ueberzug bekommt, den man Zinkoxyd nennt.

Man sagt daher mit Recht: Sauerstoff und Kalium haben eine starke Neigung, sich mit einander zu verbinden. Sauerstoff mit Eisen verbindet sich schon weniger energisch, Sauerstoff mit Zink noch weniger und Sauerstoff mit Gold außerordentlich wenig.

Was nun die Wärme betrifft, die bei diesen Verbindungen zur Erscheinung kommt, so kann man Folgendes als Regel feststellen: Sobald sich zwei Körper sehr energisch verbinden, findet ein hoher Grad von Wärmeveränderung statt. Die Wärme kann sich bei diesem Prozeß so steigern, daß ein brennbarer Gegenstand dabei in Flammen ausbricht. Findet die Verbindung weniger energisch statt, so ist die Wärme ebenfalls geringer, und sie kann in gewissen Fällen sogar unmerklich werden.

Wir wollen dies durch einige Beispiele zu erläutern suchen.

Wenn man ein Stückchen Kalium-Metall in einen Teller mit kaltem Wasser wirft, so ist die Neigung dieses

Metalles, sich mit Sauerstoff zu verbinden, so groß, daß es das Wasser chemisch zersetzt. Wasser nämlich besteht, wie wir später noch näher zeigen werden, aus Sauerstoff und Wasserstoffgas. Das Wasserstoffgas ist ein brennbares Gas und ist der Hauptbestandtheil unserer Gasflammen. Das Kalium, wenn es ins Wasser kommt, hat nun eine solche gewaltige Neigung zum Sauerstoffe, daß es dem Wasser seinen Sauerstoff entzieht, so daß der Sauerstoff, der früher im Wasser war, sich mit dem Kalium verbindet. Die Verbindung ist aber so heftig, daß das Kalium zu glühen anfängt. Man sieht auch deshalb ein Kügelchen von Kalium-Metall, das sonst kalt ist, in Gluth gerathen und zischend umherspringen, wenn man es in kaltes Wasser hineinwirft. Hierbei zeigt sich aber noch eine interessante Erscheinung. Da das Wasser seinen Sauerstoff verliert, so steigt aus dem Wasser Wasserstoffgas in die Höhe. Dies aber ist ein brennbares Gas, wird von der Gluth des Kaliumkügelchens angezündet und fängt an zu brennen. Man nimmt hierbei das merkwürdige Schauspiel wahr, daß erstens ein Metallkügelchen dadurch zu glühen anfängt, daß man es in kaltes Wasser wirft, und zweitens, daß ein Bestandtheil des Wassers hierbei selber in volle Flamme geräth.

Einen zweiten Versuch der Art hat wohl Jedermann schon angestellt, aber Tausende thun es, ohne Chemie darin zu vermuthen. Unsere gewöhnlichen Stipp-Feuerzeuge, die jetzt freilich schon außer Mode gekommen sind, weil man sich der praktischeren Reib-Zündhölzchen bedient, stellen solch' einen chemischen Versuch vortrefflich dar. Die Hölzchen der Stipp-Feuerzeuge sind an der Spitze in eine Mischung von chlorsaurem Kali und Schwefel getaucht. Das chlorsaure Kali hat die Eigenschaft, daß es bei einer Zersetzung eine große Menge seines Sauerstoffs von sich

giebt, und bringt man dasselbe in Berührung mit Schwefelsäure, so geschieht eine so schnelle, heftige Verbindung des Kali mit der Schwefelsäure, daß ein außerordentlich hoher Grad von Hitze entsteht. Beim Einstippen eines solchen Schwefelhölzchens in das Feuerzeug-Fläschchen, worin sich Schwefelsäure befindet, geschieht nun diese chemische Operation. Indem aber zugleich Sauerstoff frei wird, so entsteht hierbei eine heftige Entzündung, eine Flamme, die den Schwefel in Brand setzt, der dann das Hölzchen selber anzündet.

Obwohl zu einer genauen Erklärung dieses Vorganges mehr nöthig ist, als wir hier darlegen können, so wird doch jeder Leser schon daraus ersehen, daß hier, wie im vorhergehenden Versuch, die Wärme nur ein Erzeugniß des chemischen Vorganges ist, daß ferner die Wärme sich oft so steigert, daß sie eine Flamme hervorruft, und Jedermann wird es glaublich finden, wenn wir sagen, daß auf chemischem Wege Wärme erzeugt wird, selbst ohne Flamme. Es wird daher nun erklärlicher erscheinen, daß auch in unserm Körper die Leibwärme erzeugt und erhalten wird durch den chemischen Prozeß, den wir beim Essen und Athmen durch Kohlenstoff und Sauerstoff hervorrufen.

XII. Die Chemie in aller Welt Händen.

Indem wir nun in unserm Thema weiter gehen wollen, bitten wir unsere Leser, sich des Versuchs zu erinnern, den wir mit Phosphor und Sauerstoff angestellt haben.

Wir haben bei diesem Versuch gesehen, daß ein Stückchen Phosphor in einer Flasche Sauerstoffgas nur ein wenig erhitzt zu werden braucht, um sofort mit heller Flamme zu verbrennen, und jetzt wissen wir, daß diese Verbrennung

nur ein chemischer Vorgang ist, daß das Feuer nur eine Erscheinung dieses Vorganges bildet, daß eigentlich der wahre Hergang bei diesem Versuch nur die chemische Verbindung von Phosphor und Sauerstoff ist, welche beisammen eine Art weißen Nebel bilden, den man Phosphorsäure nennt.

In Nachstehendem wollen wir zeigen, daß viele Millionen Menschen tagtäglich denselben Versuch mit dem glücklichsten Erfolge anstellen, freilich ohne daran zu denken, daß auch dies Chemie ist.

Man kauft jetzt schon für einen Groschen tausend Zündhölzchen und jedes derselben geräth in hellen Brand, wenn man es an einer rauhen Fläche reibt. Ein solches Zündhölzchen aber, das man unachtsam benutzt und verächtlich von sich wirft, ist wahrlich ein Gegenstand, der zum ernstlichen Nachdenken anregt.

Wie viele Tausende von Menschengeschlechtern haben gelebt, die das Erzeugen von Feuer für eine Art Zauber gehalten haben! Die weisen Griechen haben so wenig Vorstellung davon gehabt, wie man Feuer erzeugen kann, daß sie in ihren religiösen Dichtungen die Fabel erfunden haben, daß ein Gott einen Funken vom Himmel gestohlen und ihn den Menschen gegeben habe, damit sie ein Feuer anzünden könnten. In der That war man im Alterthum genöthigt, glühende Kohlen aufzubewahren, um jederzeit Feuer anzünden zu können. In den Tempeln der alten Völker brannte man eine ewige Leuchte, zu deren Dienst bestimmte Priester bestellt waren, damit sie nie verlösche. Später erfand man das Feuerzeug, aus Stahl und Stein bestehend, dessen sich gewiß noch viele unserer Leser bedient haben. Mit solchem Feuerzeug stellt man das Feuer dadurch her, daß man gegen die scharfe Kante eines besonders harten Steines, des Feuersteins, ein Stück Stahl

schlägt, wodurch Stückchen Stahl so plötzlich eine heftige Reibung erleiden, daß sie glühend abspringen und als Funken im Stande sind, Zunder oder Schwamm in Gluth zu versetzen.

Seitdem jedoch die Chemie einen großen Aufschwung nahm und man einsah, daß Feuer nur eine Erscheinung ist während eines chemischen Vorganges, erfand man die chemischen Feuerzeuge, so daß man jetzt schon lange Zündmaschinen hat, wo man nur mit den Fingern aufzudrücken braucht, um Feuer zu erhalten. Zündmaschinen, die wohl verdienen, von Jedermann gekannt zu werden, und deren Erklärung wir unsern Lesern noch vorzuführen gedenken. Ferner kam man auf die Erfindung der Stipp-Feuerzeuge, die wir im vorhergehenden Abschnitt erwähnt haben, und gegenwärtig sind die viel bequemeren Reibzündhölzchen im allgemeinen Gebrauch, die ein vortrefflicher Beweis für unsere fortgeschrittene Zeit sind.

Hätte ein Mensch in alten Zeiten solch' ein Bündchen Reibzündhölzchen hervorgebracht, er würde vielleicht von den frommen Priestern als Gottesläugner und Zauberer auf den Scheiterhaufen gebracht und vom unwissenden Volk als ein Gott verehrt worden sein! — Wieviel Stoff bietet uns solch' ein Hölzchen, um über den geistigen Fortschritt der Menschheit nachzudenken, und wie sehr lehrt uns ein solches die vergeblichen Bestrebungen verachten, durch welche man die Menschen wieder in den Zustand der Unwissenheit und Thorheit alter Zeiten hineinzwängen will! —

Darum aber wollen wir solch' ein Zündhölzchen näher kennen lernen.

Das einfache Zündhölzchen besteht aus einem Hölzchen, dessen Spitze zuerst in Schwefel und dann in Phosphor getaucht ist. Der Phosphor hat die Eigenschaft, daß er große Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden;

legt man daher ein Stückchen Phosphor, das ungefähr so aussieht, wie weicher weißer Wachs, an die Luft, so genügt schon die gewöhnliche Wärme der Luft, um eine langsame chemische Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit dem Phosphor herzustellen. Das Stückchen Phosphor fängt an zu rauchen und einen weißen Nebel von sich zu geben, der eben nichts ist, als Phosphorsäure, wobei der Phosphor endlich ganz verschwindet. Im Dunkeln sieht man, daß der Phosphor in diesem Zustande leuchtet, und Jedermann weiß es auch, daß, wenn man mit der warmen Hand im Dunkeln über die Spitze des Zündhölzchens fährt, ein solch' leuchtender Nebel von besonderem Geruch entsteht. Dieser Nebel ist Phosphorsäure, eine Verbindung des Phosphors mit dem Sauerstoff der Luft, die durch das Reiben mit der warmen Hand begünstigt wird. —

Reibt man aber solch' ein Zündhölzchen an einen rauhen Körper, so vermehrt man dadurch die Wärme; die Verbindung des Phosphors mit dem Sauerstoff der Luft wird dadurch noch mehr begünstigt und geht schneller vor sich. Die schnellere chemische Verbindung ist aber immer mit größerer Wärme verbunden und diese reicht aus, den Schwefel anzuzünden, d. h. die Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoff der Luft zu begünstigen, wodurch noch mehr Wärme entsteht. Dieser Grad der Wärme ist aber wieder stark genug, um die Verbindung des Kohlenstoffs im Hölzchen mit dem Sauerstoff der Luft möglich zu machen und so findet bald auch diese statt, d. h. das Holz beginnt zu brennen.

Wir wollen nun noch näher zeigen, daß ein solches Hölzchen, wenn es gerieben worden ist, drei wirklich interessante, chemische Vorgänge zeigt, die wohlbeachtet so lehrreich sind, wie man es sich schwerlich denken mag.

XIII. Versuche mit einem Zündhölzchen.

In der That, unsere Reibzündhölzchen stellen beim Gebrauch eine ganze Reihe von chemischen Vorgängen dar, und bei all' diesen spielt der Sauerstoff der Luft seine Hauptrolle.

Der chemische Vorgang besteht darin, daß drei verschiedene Stoffe sich nach einander mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, und daß bei dieser Gelegenheit drei verschiedene Flammen nach einander entstehen, die stufenweise eine immer größere Hitze erzeugen.

Der Phosphor wird durch Reibung erwärmt, bis zu dem Grade, wo er sich unter Flammen mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, und das ist die erste Flamme. Aber diese Flamme können wir nicht zum Anzünden gewöhnlicher Gegenstände brauchen. Der Phosphor verbindet sich bei einem so niedern Grad von Hitze mit dem Sauerstoff der Luft, daß wir brennenden Phosphor in der Hand halten können, ohne uns zu verletzen. Wenn wir im Dunkeln einen Strich mit einem Phosphorhölzchen über die Hand machen, sehen wir einen Streifen Phosphor auf der Hand abbrennen, d. h. sich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, ohne daß wir dabei Schmerzen empfinden. Oft scheint es in solchen Fällen, als ob der Phosphor schon ausgebrannt wäre; aber es ist meist nur mit der obersten Schicht der Fall, und wenn diese sich in Phosphorsäure verwandelt hat, so dringt der Sauerstoff der Luft nicht bis zur untern Schicht, so daß die Verbrennung aufhört. Daher aber rührt es auch, daß, wenn man mit dem Finger die Stelle, wo der Phosphorstreifen war, abwischt, dieser noch einmal an zu brennen fängt; denn durch das Abwischen ist die untere Schicht frei geworden und

diese verbindet sich nun mit dem Sauerstoff der Luft und erscheint wieder als lichter Streifen.

Die Verbindung des Phosphors mit Sauerstoff ist also nicht stark genug, um unsere Hand zu verletzen, denn bei dieser Verbindung findet nur ein schwacher Grad von Wärme statt. Da aber Schwefel, wie wir in dem Versuch bereits gesehen haben, auch starke Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, so ist die schwache Wärme der Phosphorflamme hinreichend, um dem Schwefel des Zündhölzchens den Grad von Wärme mitzutheilen, der seine Verbindung mit Sauerstoff begünstigt. Es fängt also jetzt der Schwefel sein chemisches Kunststück an, welches wir auch entstehen sahen, als wir Schwefel in der Flasche mit reinem Sauerstoff verbrennen ließen. Der Phosphor ist also nur gebraucht worden, um den Schwefel anzubrennen. Zwar kann man den Schwefel ebenfalls durch Reiben entzünden; allein dies ist schon sehr schwierig, weil die Reibung viel zu lange geschehen müßte, und man benutzt den Phosphor mit Recht, weil sein Entzünden so sehr leicht ist. — Der Phosphor also thut eine Vorarbeit; aber auch der Schwefel ist nur ein Vermittler.

Der brennende Phosphor würde dem Kohlenstoff des Hölzchens nicht jenen hohen Grad von Hitze ertheilen, die ihn fähig macht, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden. Der bloße Phosphor würde abbrennen und das Hölzchen würde nicht entzündet werden. Da aber die Flamme des Schwefels schon bei weitem heißer ist, so verrichtet diese die Vermittelung; sie erhitzt den Kohlenstoff des Holzes in so hohem Grade, daß, wenn der Schwefel abgebrannt ist, der Kohlenstoff anfängt, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden und das Holz selber geräth in hellen Brand, das heißt wiederum, es verwandelt sich mit dem Sauerstoff zusammen zu Kohlensäure.

Und nun bitten wir unsere Leser, sich all' der Versuche zu erinnern, die wir gleich Anfangs mit der Flasche voll Sauerstoff gemacht haben, wo wir Kohle, Schwefel und Phosphor, jedes einzeln, in einer Flasche Sauerstoff verbrennen ließen, und zeigten, wie daraus in dem einen Fall Kohlensäure, im andern schweflige Säure und im letztern Falle Phosphorsäure entsteht. Diese Versuche mögen wohl etwas fremdartig und gelehrt geklungen haben. — Jetzt aber sehen wir, daß jeder unserer Leser tagtäglich ganz dieselben Versuche macht, daß er mit jedem Zündhölzchen, das er ansteckt, alle drei Kunststücke mit einem Male vornimmt, daß er, ohne daran zu denken, drei Verbrennungsprozesse, die nichts als chemische Prozesse sind, vor sich gehen läßt und daß er unbeachtet, ein chemischer Fabrikant, erst Phosphorsäure, dann schweflige Säure und dann Kohlensäure fabrizirt, wenn er auch nichts dabei im Sinne hat, als sich eine Zigarre anzuzünden.

XIV. Ein chemisches Gesetz.

Wir haben bisher versucht, unsern Lesern einen näheren Einblick in das Wesen des Sauerstoffs und einige seiner Verbindungen zu geben. Indem wir nunmehr bald zum Wasserstoff übergehen wollen, müssen wir noch zwei Dinge hier anführen: das eine ist ein allgemeines, großes chemisches Gesetz, das man sich merken muß, und das andere ist eine Mittheilung über eine große Entdeckung, die erst in neuerer Zeit gemacht worden ist am Sauerstoff, eine Entdeckung, die vielleicht von den allerwichtigsten Folgen für die Zukunft sein kann.

Das Gesetz, auf das wir hier aufmerksam machen wollen, ist folgendes:

Wir wissen, daß die sechszig chemischen Grundstoffe eine Neigung haben, sich unter begünstigenden Umständen mit einander chemisch zu verbinden, und wir haben es auch schon erwähnt, daß die Neigung verschieden ist, d. h. daß sie bei gewissen Stoffen stärker, bei anderen Stoffen schwächer ist. So haben wir z. B. gesehen, daß das Metall welches man Kalium nennt, eine ungeheure Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, während Eisen zwar auch diese Neigung hat, aber in weit geringerem Maße.

In der Chemie ist es nun sehr wichtig, zu wissen, wie groß diese Neigung zweier Stoffe zu einander ist, und zu erkennen, ob und welch' anderer Stoff eine noch größere Neigung hat, sich mit einem der verbundenen Stoffe zu verbinden; denn es ist ein Gesetz in der Chemie, — und dies Gesetz wollen wir unsern Lesern deutlich machen, — daß ein Stoff, der eine große Neigung hat, sich mit einem andern zu verbinden, im Stande ist, den andern Stoff herauszureißen aus einer bereits eingegangenen Verbindung, sobald diese aus schwächerer Neigung entstanden ist.

Ein Beispiel soll dies deutlicher machen. Es hat wohl schon Jedermann ein rostiges Eisen gesehen. Der Rost auf dem Eisen entstand dadurch, daß der Sauerstoff der Luft sich mit der Oberfläche des Eisens verbunden hat. Das Eisen ist also nicht etwa verschwunden, sondern ist nach wie vor da; es ist nur ein Theil davon eine Verbindung eingegangen, welche einen andern Körper gebildet hat, der Rost, oder mit dem wissenschaftlichen Namen, Eisenoxyd heißt. Gesetzt, es hätte nun Jemand solchen Eisenoxyd gesammelt und es läge ihm daran, den Sauerstoff aus dem Eisen herauszubringen, damit er reines Eisen habe, so kann dies nur dadurch geschehen, daß man zu dem Eisenoxyd einen Stoff zubringt, der größere Neigung zum

Sauerstoff hat, als das Eisen. Unter solchen Umständen wird der Sauerstoff aus dem Eisenoxyd fortgehen und sich mit jenem andern Stoff verbinden; dadurch wird das Eisen ganz rein vom Sauerstoff werden. Man wird reines Eisen erhalten.

In der That wird alles Eisen, das man bekanntlich aus der Erde gräbt, nicht als reines metallisches Eisen gefunden, sondern in chemischer Verbindung mit Sauerstoff. Wer Eisenbergwerke gesehen hat, wird bemerkt haben, daß es meist rothe, wie Stein aussehende Stücke sind, die man ihm als das eigentliche Eisenerz zeigte. Da man aber daraus Eisen machen will, so muß man den Sauerstoff austreiben, und das kann man nur thun, indem man das Eisen in den Hoh-Ofen bringt, woselbst es mit Kohlen gemischt wird, die man dann anzündet. Die glühende Kohle aber, — das wissen wir ja schon — hat eine starke Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden und eine Luftart, die Kohlensäure, zu bilden. Geräth nun die Kohle in Gluth, so ist ihre Neigung zum Sauerstoff stärker, als die des Eisens; sie reißt also aus dem Eisenoxyd den Sauerstoff an sich und verfliegt als Kohlensäure in die Luft, während reines metallisches Eisen zurückbleibt.

Wir sehen also, daß wenn ein Stoff nur eine recht starke Neigung hat zu einem andern Stoffe, so kann er ihn unter günstigen Umständen auch an sich ziehen und mit ihm verbinden, selbst wenn er bereits mit einem dritten Stoffe eine chemische Verbindung eingegangen hätte. — In solchem Falle sagt man: der eine Stoff hat seine frühere Verbindung verlassen und hat sich mit dem stärkern Stoff verbunden; im vorliegenden Falle also hat der Sauerstoff das Eisen verlassen und hat sich zur Kohle begeben, um mit dieser eine Verbindung einzugehen.

In vielen Fällen geschieht aber noch mehr; es tauschen

nämlich unter Umständen zwei verschiedene chemische Verbindungen ihre Stoffe aus, wenn sie zu einander gebracht werden. Ein Beispiel wird das, was wir meinen, deutlicher machen. Wir haben schon erwähnt, daß Kochsalz aus zwei Stoffen besteht, von denen der eine Natrium und der zweite Chlor heißt; nun kann man aber auch, durch Auflösung von Silber in Salpetersäure, salpetersaures Silber darstellen, das ebenfalls ungefähr wie Salz aussieht. Löst man diese beiden Salze in zwei verschiedene Fläschchen mit Wasser auf und gießt nun die Mischungen zu einander, so entsteht solch' ein Austausch. Das Chlor verläßt das Natrium und verbindet sich mit dem Silber, und die Salpetersäure verläßt das Silber und verbindet sich mit dem Natrium, und man erhält statt des frühern Chlor-Natrium und des salpetersauren Silbers zwei neue chemische Körper, nämlich Chlor-Silber und salpetersaures Natron.

Dieses Gesetz der Veränderungen und des Austausches der chemischen Verbindungen ist die Grundquelle der meisten chemischen Erscheinungen, weshalb wir sie nicht unerwähnt lassen durften.

XV. Eine neue chemische Entdeckung.

Wir haben in Nachstehendem unsern Lesern von einer Entdeckung am Sauerstoff Mittheilung zu machen, die noch sehr neu und deshalb von nur sehr Wenigen gekannt ist. Diese Entdeckung ist vielleicht berufen, eine höchst wichtige Rolle in der Welt zu spielen, die man freilich jetzt noch nicht übersehen kann.

Schon seit langer Zeit ist die Bemerkung gemacht worden, daß sich in Zimmern, wo eine Elektrisirmaschine

thätig ist, ein eigenthümlicher phosphorartiger Geruch verbreitet; denselben Geruch empfand man auch in Räumen, durch welche ein Blitz gegangen war. Man schrieb diesen Geruch gewöhnlich nicht irgend einem Stoffe zu, sondern meinte, daß er nur herrühre von einer elektrischen Reizung der Geruchsnerven; und diese Erklärung findet man auch noch in fast allen ältern Lehrbüchern angegeben. —

Allein schon vor mehr als zehn Jahren machte Schönbein, der Erfinder der Schießbaumwolle, bekannt, daß man diesen Geruch künstlich darstellen kann und zwar ohne Elektrizität. Seine Entdeckung bestätigte sich derart, daß man bald glaubte, einen neuen Stoff entdeckt zu haben, der der Luft beigemischt sein müßte und unter Umständen diesen Geruch verbreite. Man bezeichnete diesen Stoff mit dem Namen Ozon.

Die bequemste Art, das Ozon zu erzeugen, ist folgende. Man stellt in eine geräumige Flasche eine Stange Phosphor aufrecht hin, gießt lauwarmes Wasser hinein, bis die Stange zur Hälfte in Wasser steht; bewegt man nun die Flasche, so daß die Stange immer frisch angefeuchtet wird, so entwickelt sich der Ozongeruch so stark, daß er die Stube erfüllt. Der wirkliche Ozongeruch ist aber wesentlich vom Phosphorgeruch unterschieden und hat auch merkwürdige chemische Eigenschaften. Das Ozon ist im Stande, chemische Verbindungen aufzulösen und hat dadurch die Eigenschaft, sowohl Farben zu verändern, wie zu bleichen. Um ein Beispiel derart anzuführen, wollen wir Folgendes hervorheben: Es giebt einen Stoff, der ungefähr wie Salz aussieht und den Namen Jod-Kalium hat, weil er aus dem chemischen Urstoff Jod und dem bereits öfter erwähnten Metall-Kalium besteht. Das Jod hat die Eigenschaft, daß die leiseste Spur davon jede Art von Stärkemehl blau färbt. Reibt man etwas Jod-Kalium mit gewöhnlichem

Kleister zusammen, und streicht dies über einen Papierstreifen, so bleibt das Papier weiß, weil das Jod, so lange es mit dem Kalium verbunden ist, den Kleister nicht blau färben kann. So wie man aber ein solches Papier an einen Ort bringt, wo Ozon vorhanden ist, so zeigt sich, daß das Ozon so starke Neigung hat, sich mit dem Kalium zu verbinden, daß es das Jod daraus verdrängt; das Jod tritt somit zum Kleister und der Papierstreifen wird sofort blau gefärbt.

Solche Papierstreifen sind also ein vortreffliches Mittel, das Ozon zu entdecken, und in der That färben sie sich blau, selbst in Räumen, wo auch der feinste Geruch kein Ozon zu riechen vermochte.

Aber auch das Vermögen, Farben zu bleichen, ist am Ozon merkwürdig. Lackmus, Blauholz, ja selbst Indigo-Farbe wird sofort gebleicht, wenn man einen gefärbten Gegenstand in eine Flasche bringt, wo Ozon vorhanden ist. — Nicht minder, als auf die Farben, wirkt das Ozon auf wirklich chemische Stoffe. Es wird von Milch, vom Blut, vom Eiweis schnell aufgenommen und bewirkt chemische Veränderungen. Desgleichen wirkt es auf Metalle in eigenthümlicher Weise ein.

Es läßt sich denken, daß diese Entdeckungen nach allen Seiten hin wissenschaftliche Untersuchungen hervorgerufen haben; ja, auch die wissenschaftliche Medizin hat Versuche damit angestellt, um zu entdecken, ob etwa unerklärte Krankheiten (z. B. die Cholera) von diesem bisher unbekannt gewesenen Stoff, Ozon, herrühren. — Wir wollen nur beiläufig erwähnen, daß die medizinischen Versuche bisher noch zu keinem wesentlichen Resultat geführt haben. Nur der englische vortreffliche Chemiker Graham giebt an, daß in Zeiten, wo die Luft ozonhaltig sei und Papiere, mit Jod-Kalium-Kleister bestrichen, blau werden, vornehmlich

Katarrhe herrschend sind. — Dafür aber hat dieser Stoff nicht wenig die bedeutendsten Chemiker unserer Zeit beschäftigt, und sowohl Schönbein, wie englische und französische Naturforscher haben sich bemüht, das Geheimniß dieses Stoffes zu enthüllen.

Wir können hier nicht auf die Vermuthungen eingehen, die über die Natur des Ozon aufgestellt worden sind. Man fand eine ganze Masse von Wegen, um das Ozon herzustellen; aber immer mehr vermehrten sich auch die verschiedenen Ansichten darüber, was eigentlich das Ozon sei und wo es stecke, ob im Sauerstoff, ob im Stickstoff der Luft, oder sonst in irgend welchen Theilen. — Erst neuerdings ist der französische Gelehrte de la Rive dahinter gekommen, daß Ozon kein besonderer Stoff ist, sondern nichts, als der Sauerstoff der Luft, der durch eigenthümliche Umstände einen besonderen Zustand annimmt. Die Beweise, die er hierfür gegeben, werden jetzt als vollkommen überzeugend in der Wissenschaft anerkannt, und wir haben so über die Natur des Sauerstoffs ein neues Licht erhalten, dessen Bedeutung in jeder Beziehung (möglicherweise auch in medizinischer) erst die Zukunft wird zu schätzen wissen.

Für jetzt wissen wir nun Folgendes vom Sauerstoff. Im gewöhnlichen Zustande hat er schon eine starke Neigung, sich mit vielen Stoffen zu verbinden; unter gewissen Umständen aber, wie z. B. beim Schütteln mit feuchtem Phosphor, verstärkt sich die Neigung des Sauerstoffs, Verbindungen einzugehen, in hohem Maße. Er bringt chemische Wirkungen hervor, die dem Chlor ähnlich sind. In diesem Zustand hat der sonst geruchlose Sauerstoff einen eigenthümlichen Geruch und wird Ozon genannt.

Diese noch ziemlich unbekannten Thatsachen wollten wir unsern Lesern nicht vorenthalten.

XVI. Einiges vom Wasserstoff.

Indem wir hoffen, vom Sauerstoff-Gas in so weit genügend gesprochen zu haben, als ein Einblick in die Chemie für Anfänger erfordert, wollen wir zum zweiten Grundstoff schreiten und vom Wasserstoff-Gas Einiges vorführen.

Der Name dieses Gases mag Vielen unbekannt klingen; aber es kennt Jedermann dieses Gas, denn es kommt ihm viele hundert Male täglich vor Augen. Das Gas unserer Gaslaternen ist Wasserstoff-Gas mit etwas Kohlenstoff vermischt.

Oeffnet man die Röhre einer gewöhnlichen Gasflamme, ohne sie anzuzünden, so strömt nur ein Gas aus, eine Luft, die für das Auge nicht merkbar ist, hält man aber einen brennenden Fidibus darüber, so bewirkt man, daß die Luft um den Fidibus aufflammt, daß sie die nachströmende Luft entzündet, und daß diese Entzündung abwärts weiter geht, bis endlich die Flamme an die Oeffnung der Gasröhre gelangt und hier als Flamme fortbrennt, so lange Gas zuströmt.

Dieses Entzünden der Gasflamme von oben nach unten sieht sich so an, als ob vom Fidibus eine Flamme herabfiele auf die Oeffnung des Gasrohrs und nun dort fortbrenne; bei wenigem Nachdenken wird aber nun Jeder einsehen, daß dies eine falsche Vorstellung ist. —

Wir haben unsere gewöhnlichen Gasflammen als erstes Beispiel vorgeführt, weil es uns darum zu thun ist, zu zeigen, wie das Wasserstoffgas gar kein uns fremder Stoff ist; allein dieses Leuchtgas ist nicht reines Wasserstoffgas, und wir müssen deshalb solches jetzt näher kennen lernen.

Vor Allem wollen wir nur sagen, woher dieses Gas seinen Namen hat. Das Wasserstoffgas wird darum so genannt, weil es ein Haupt-Bestandtheil des Wassers ist.

Alles Wasser in unsern Brunnen, in unsern Flüssen, in Seeen und Meeren, was wir trinken oder sonst gebrauchen, ist nicht ein einfacher Stoff, sondern besteht aus zwei Luftarten, die chemisch mit einander verbunden sind. Die eine Luftart ist Wasserstoff und die andere Sauerstoff.

So unglaublich dies dem Unkundigen auch klingen mag, so wahr ist es dennoch. Wenn man sonst geglaubt hat, daß Wasser ein Urstoff sei und sich sogar noch vor der Schöpfung aller Dinge den Geist Gottes auf den Wassern schwebend dachte, so weiß man jetzt und kann es Jedem zeigen, daß Wasser gemacht werden kann aus den zwei Luftarten, und ebenso, daß man die zwei Luftarten herstellen kann aus Wasser.

Ja, wenn es einmal gelingen wird, diese beiden Luftarten auf billigem Wege aus Wasser herzustellen, so wird die Menschheit einen gewaltigen Schritt vorwärts gethan haben, denn es wird dann, wie wir später zeigen werden, Heizung, Beleuchtung und Feuerzeug für Küche, Werkstatt und Fabrik so gut wie nichts kosten und hergestellt werden aus einem Eimer Wasser, von dem man sonst immer wähnte, daß es das Gegentheil vom Feuer sei.

Die Art und Weise, wie man Wasserstoff herstellen kann, wird unsern Lesern leicht begreiflich sein. Wasser besteht aus Sauerstoff und Wasserstoffgas, die chemisch verbunden sind. Nun wissen wir aber schon, daß, wenn man einen Stoff hinzubringt, der größere Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, der Sauerstoff seine bisherige Verbindung verläßt und sich mit dem neuen Stoff verbindet. Dadurch aber wird der Wasserstoff frei und steigt in Form von Luftblasen aus dem Wasser auf. — Da wir bereits wissen, daß das Kalium-Metall eine so außerordentlich starke Neigung hat zum Sauerstoff, so braucht man nur ein Stückchen von diesem Metall in einen

Teller mit Wasser zu werfen, um das schöne Schauspiel zu genießen, das wir bereits unsern Lesern vorgeführt haben.

Das Kalium nimmt aus dem Wasser den Sauerstoff an sich und zwar so heftig, daß das Kalium zu glühen anfängt und wie ein leuchtender Funken zischend im Teller umherspringt; hierbei aber steigt die Menge Wasserstoffgas, die früher mit dem Sauerstoffgas verbunden war, aus dem Wasser auf und über dem Teller schwebt eine Menge dieses Gases und würde, weil es ein sehr leichtes Gas ist, aufwärts nach der Stubendecke steigen. Da aber dieses Gas auch brennbar ist, so reicht die Gluth des Kaliums hin, um das Gas anzuzünden, und man sieht bei solchem Versuch gewissermaßen, wie man aus dem Wasser Feuer machen kann.

Das Kalium ist indessen immer noch ein theures Metall, und man kann das Wasserstoffgas weit billiger darstellen. Wenn man eine Handvoll kleiner Eisenstückchen, wie etwa kleine Nägel, in ein Glas wirft, das halb mit Wasser gefüllt ist, so braucht man nur ein wenig Schwefelsäure zum Wasser zuzuschütten, und man wird bald bemerken, wie aus dem Wasser Bläschen aufsteigen, als ob es kochte. Diese Bläschen sind aber nichts, als Wasserstoffgas, das frei wird, weil Eisen im Gemisch mit Schwefelsäure eine sehr starke Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, und diese Neigung so stark ist, daß es den Sauerstoff aus dem Wasser entreißt, wodurch der Wasserstoff des Wassers frei wird.

XVII. Anleitung zu einem Versuch.

Man kann das Wasserstoffgas schnell und leicht darstellen, wenn man statt Eisen kleine Stückchen Zink nimmt,

und da wir meinen, daß wohl mancher unserer Leser eine Ausgabe von ein paar Groschen nicht scheuen wird, um einen Versuch derart zu machen, so wollen wir möglichst deutlich die Anleitung hierzu geben.

Man nehme eine gewöhnliche Weißbier-Flasche und schütte eine Handvoll kleingeschnittenes Zinkblech hinein, das man bei jedem Klempner billig bekommen kann, da das Zink nicht neu zu sein braucht. Sodann gieße man die Flasche halbvoll mit Wasser und verschaffe sich einen guten, leichtschließenden Pfropfen zu derselben. Durch den Pfropfen aber bohre man mit einem Federmesser oder mit einem glühenden Eisen zwei Löcher, das eine groß genug, um ein längeres, breites Glasrohr durchzustecken, das andere, um ein Stückchen dünneres Glasrohr einschieben zu können. Mit diesem Pfropfen, in welchem die Glasröhren stecken, verschließe man nun die Flasche, und schiebe das längere, breitere Rohr so tief hinein in die Flasche, daß das untere Ende nahe den Boden berührt, wo die Zinkstückchen liegen, während man das dünne Glasröhrchen nur etwa einen Finger breit in die Flasche hineinschiebt und es oben beliebig hoch aus dem Pfropfen hinausragen läßt. Schafft man sich hierzu in einer gewöhnlichen Medizinflasche für einen Groschen Schwefelsäure an, so hat man Alles, was man zu dem Versuche braucht, der für jeden Lernbegierigen sehr lehrreich sein kann.

Mit einiger Vorsicht kann man aus der Medizinflasche in das längere weite Glasrohr Schwefelsäure eingießen, die in das Wasser hinabfließt; und wenn man ungefähr den achten Theil der Schwefelsäure hineingethan hat, so halte man damit inne und man wird sofort einen eigenen chemischen Prozeß in der Flasche wahrnehmen.

Vor allem wird das Wasser in der Flasche warm, sodann aber bemerkt man, wie sich an den Zinkstückchen

Bläschen ansetzen, wie diese Bläschen sich vermehren und im Wasser aufsteigen, und wie endlich das Wasser sich ansieht, als ob es langsam kochte, und man vernimmt ein Zischen, wie etwa, wenn man frisches Selterserwasser in ein Glas, oder ein wenig Brausepulver in Wasser schüttet. Nach einigen Minuten wird man bemerken, daß durch das kleine Glasröhrchen eine Luftart ausströmt, die eigenthümlich riecht. Die Luftart ist Wasserstoffgas, das in ganz reinem Zustand geruchlos ist, doch in vorliegendem Fall von einigen beigemischten Gasen seinen Geruch erhält.

Was nun in der Flasche vorgeht, ist Folgendes:

Zink hat eine große Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden; allein diese Neigung ist nicht stark genug, um den Sauerstoff dem Wasser zu entreißen. Erst wenn man Schwefelsäure dazu bringt, tritt eine solche Umwandlung des Zinks ein, daß seine Begierde nach Sauerstoff sehr stark wird. Da nun im Wasser Sauerstoff vorhanden ist, so zieht das Zink diesen Sauerstoff an sich und verbindet sich mit demselben, während der Wasserstoff als Gas in einzelnen Bläschen im Wasser aufsteigt und den leeren Raum der Flasche mit Wasserstoffgas ausfüllt. Dieses Gas ist es nun, das aus dem kleinen Röhrchen ausströmt und immer stärker ausströmt, je stärker die Entwickelung des Gases in der Flasche vor sich geht.

Das ausströmende Gas ist brennbar, d. h. diese Luftart brennt, wenn man sie ansteckt. Allein man hüte sich ja, dies sogleich zu thun, sondern man warte lieber an zehn Minuten und gieße, wenn das Brausen in der Flasche nachläßt, wieder eine kleine Portion Schwefelsäure zu, denn durch allzufrühes Anzünden des Gases kann man leicht ein Unglück anrichten. In der Flasche nämlich war gewöhnliche Luft. Diese Luft enthält, wie wir bereits wissen, Sauerstoff; das also, was zuerst aus der Flasche

ausströmt, ist nicht bloßes Wasserstoffgas, sondern ein Gemisch von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas; das aber ist eine gefährliche Luftart, denn wenn man sie anzündet, flammt sie mit einem furchtbaren Knall auf und zersprengt die Flasche derart, daß man sich dabei gefährlich verwunden kann. Erst nach einigen Minuten heftiger Ausströmung ist dies gefährliche Gas, das man „Knallgas“ nennt, fort, und wenn die Strömung unterhalten wird, kommt kein Sauerstoff in die Flasche hinein; man kann daher nach Verlauf von zehn Minuten ganz gefahrlos einen brennenden Fidibus an die Spitze des kleinen Röhrchens halten, und man wird sehen, daß hier eine kleine Flamme erscheint, die schwach bläulich leuchtet und fortbrennt, so lange die Entwickelung des Gases in der Flasche stark genug ist, was auch der Fall ist, wenn man immer etwas frische Schwefelsäure zugießt.

Wir wollen im nächsten Abschnitt zeigen, welch' eine Reihe hübscher Versuche man nun anstellen kann.

XVIII. Weitere Versuche mit Wasserstoffgas und die Kunst, aus Feuer Wasser zu machen.

Wenn man das aus dem kleinen Glasrohr ausströmende Gas ansteckt, so zündet man eigentlich eine Gasflamme an; allein sie brennt nicht leuchtend, wie gewöhnliches Leuchtgas, sondern mit bläulicher Flamme, wie die einer kleinen Spiritus-Lampe. Was dieser Flamme fehlt, um Leuchtgas zu werden, ist Kohle. Macht man daher den Versuch und läßt ein wenig Cigarrenrauch in die Flamme strömen, so wird man sogleich ein Aufleuchten der Flamme gewahren.

So wenig leuchtend aber die Flamme des Wasserstoff-

gases ist, so heiß ist sie. Wenn die Ausströmung nur ein bischen stark ist, so kann man Glasrohr, das man erst ein wenig hin und her durch die Flamme zieht, hineinhalten und man wird bald gewahren, daß das Glas weich wird, sich ziehen und biegen läßt, so daß man sich beliebig das gerade Glasrohr in verschiedene Formen umbiegen und auch in feine Spitzen ausziehen kann. — Die Hitze der kleinen Flamme reicht also hin, um Glas zum Schmelzen zu bringen, was bei einer gewöhnlichen Lampe nicht der Fall ist.

Hat man aber ein Stückchen Platina-Schwamm zur Hand, so kann man ein eigenthümliches Schauspiel beobachten. Löscht man nämlich die Flamme aus und läßt das Gas heftig ausströmen, so braucht man nur den Platina-Schwamm in den Strom von Wasserstoffgas zu halten und man wird sehen, wie der Schwamm zu glühen anfängt und dabei das Gas wieder anzündet. — Man besitzt daher in einer Flasche Wasserstoffgas und einem Stückchen Platina-Schwamm, das bei jedem Mechanikus käuflich zu haben ist, ein eigenthümliches Feuerzeug, bei welchem man sich überzeugen kann, wie das kalte ausströmende Wasserstoffgas auf den kalten Platina-Schwamm so einwirkt, daß er ins Glühen geräth und endlich das Gas anzündet.

Die Erklärung dieses Vorganges ist folgende.

Der Platina-Schwamm ist eine außerordentlich fein zertheilte Masse von Platina-Metall. Dieses fein zertheilte Metall saugt im gewöhnlichen Zustand eine außerordentliche Masse von Luft in sich ein, die in den Zwischenräumen des Schwammes sehr verdichtet ist. Da aber diese verdichtete Luft Sauerstoff in sich hat und das Platina-Metall sich nicht leicht mit Sauerstoff verbindet, so findet das hineinströmende Wasserstoffgas viel Sauerstoff vor, mit welchem es sich verbinden kann. — Nun wissen wir

ja bereits, daß jede Verbindung mit Sauerstoff Wärme erzeugt. Die Verbindung also vom Wasserstoff und Sauerstoff, die im Schwamm vor sich geht, erzeugt Wärme, und wenn sie fortdauert, steigert sich die Wärme derart, daß der Schwamm in Gluth geräth. Daß der glühende Schwamm sodann das Wasserstoffgas anzündet, ist leicht einzusehen.

In der That besteht hierin das Wesen eines Platina-Feuerzeugs, das wohl schon jeder unserer Leser gesehen haben wird. In einem solchen Feuerzeug befindet sich ein Glas, worin Wasser und Schwefelsäure ist. Zugleich ist in dies Schwefelsäure-Wasser eine kleine Glasglocke eingetaucht, in welcher sich ein Zinkkolben befindet. So oft nun der Zinkkolben angefeuchtet wird mit dem gesäuerten Wasser, entwickelt sich in der Glasglocke Wasserstoffgas. Oeffnet man nun oben einen Hahn, aus welchem das Wasserstoffgas aus der feinen Spitze eines Röhrchens ausströmen kann, so geht dieser Strom Wasserstoffgas auf ein Stückchen Platina-Schwamm, das in der Nähe aufgestellt ist, wodurch der Schwamm zu glühen anfängt und das Gas anzündet. — Wer ein solches Platina-Feuerzeug aus der Blechbüchse, worin es meist steht, heraushebt und mit einigem Nachdenken beobachtet, der wird viel Interessantes und Lehrreiches mit Leichtigkeit herausfinden.

Kehren wir aber nun zu unserm Versuch zurück, so kann man noch manche lehrreiche Beobachtung dabei anstellen.

Wenn man das Wasserstoffgas anzündet, so bemerkt man, daß es in der Flasche nicht brennt, sondern erst, wenn es ausgeströmt ist und mit der Luft in Berührung tritt. Hieraus kann man entnehmen, daß das Wasserstoffgas nur brennt, wenn Sauerstoff zugegen ist, wie das in der Luft der Fall ist, oder richtiger: Wasserstoffgas verbrennt, indem es sich mit Sauerstoffgas verbindet. —

Was aber wird aus dieser Verbindung?

Nun, das wollen wir sogleich sehen.

Man halte über die kleine Gasflamme ein großes langes Weißbierglas, das man inwendig und auswendig recht trocken ausgewischt hat, und zwar halte man das Glas umgekehrt, so daß die Gasflamme inwendig ist, wie etwa eine Lampenflamme im Cylinder. Nach einer Weile wird man bemerken, daß das Glas inwendig zu beschlagen anfängt, als hätte man hineingehaucht. Das Glas wird inwendig feucht, ja bei geeigneter Vorrichtung kann man es sogar soweit bringen, daß sich Tropfen zu sammeln anfangen und endlich das Wasser an den Wänden des Glases herabfließt.

Wo kommt dieses Wasser her?

Es rührt von der Verbindung des ausströmenden Wasserstoffs mit dem Sauerstoff der Luft her. Beim Verbrennen des Wasserstoffs also verbindet sich dieser mit Sauerstoff und bildet Wasser.

XIX. Die Haupt-Kunststücke der Chemie.

Wir haben im vorhergehenden Abschnitt durch den Versuch gezeigt, wie sich Wasser bildet, oder richtiger, wie man Wasser machen kann. Man stellt es her, indem man Wasserstoffgas in der Luft verbrennen läßt, welche Sauerstoff enthält; der Wasserstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff und beide zusammen werden Wasser. Dieses Wasser würde sofort sichtbar sein, wenn es nicht durch die Hitze der Flamme in Dampf verwandelt wäre. Erst wenn dieser Dampf sich auf der inwendigen Fläche des Bierglases niedergeschlagen hat, erscheint er in tropfbarer Gestalt und

wird wirkliches Wasser, das seiner Natur nach nicht im mindesten etwas Anderes ist, als alles Wasser in der Welt.

Bei diesem interessanten Versuch kann man so recht sehen, was die Chemie Alles machen kann, oder richtiger: man kann beobachten, worin denn eigentlich die Hauptkunststücke der Chemie bestehen. Sie bestehen im Zerlegen und im Zusammensetzen der Körper.

Erst haben wir bei unserm Versuch das Wasser in der Bierflasche zerlegt. Wir haben seine beiden Bestandtheile getrennt; den Sauerstoff haben wir zum Zink gehen lassen und den Wasserstoff ließen wir ausströmen. Dadurch ist ein Theil Wasser vernichtet worden. Wer eine sehr empfindliche Waage hat und die Flasche auf eine solche stellt, der wird bemerken, wie die Flasche immer leichter wird, je mehr Gas ausströmt. Wer sehr genau messen kann, wie hoch das Wasser in der Flasche steht, der wird durch gute Instrumente bemerken, daß das Wasser in der Flasche immer weniger wird. Also in der Flasche geht eine Zerlegung des Wassers vor sich. Zündet man aber das Wasserstoffgas an und hält, wie wir gezeigt haben, das Bierglas darüber, so bewirkt man das zweite Kunststück der Chemie. Man schafft eine Zusammensetzung des Wassers. Man nimmt den Wasserstoff aus der Flasche und den Sauerstoff aus der Luft und macht gerade ebensoviel Wasser, wie man in der Flasche vernichtet hat. —

Die wirklichen Chemiker sind mit außerordentlich feinen Instrumenten versehen und sind im Stande, Jedem, der sich davon überzeugen will, zu beweisen, daß nicht das kleinste Atom Wasser dabei verloren geht, sondern genau so viel Wasser, wie in der Flasche zerlegt wird, genau so viel Wasser wird bei der Verbrennung des Wasserstoffgases gebildet.

Man kann aber mit dem Wasserstoffgas noch sehr

interessante Versuche anstellen. Das Wasserstoffgas ist eine Luftart, die vierzehn Mal leichter ist als die gewöhnliche Luft. Das Gas steigt daher in gewöhnlicher Luft nach oben. Wenn man nun ein dünnes Gutta-Percha-Rohr über das kleine Glasrohr zieht und das Gas durch das Gutta-Percha-Rohr stark ausströmen läßt, so braucht man nur das Ende des Gutta-Percha-Rohrs in gewöhnliches Seifwasser zu tauchen, um Seifenblasen zu bekommen, wie sie die Kinder zu ihrem Ergötzen machen. Eine solche Seifenblase ist nun mit Wasserstoffgas gefüllt, und da dies Gas viel leichter ist als Luft, so steigt die Blase ohne Weiteres gerade aufwärts bis zur Stubendecke und im Freien so hoch auf, daß sie dem Auge entschwindet. In einer solchen Spielerei hat man das ganz richtige Bild eines Luftballons. — Die Luftballons, deren Aufsteigen immer ein gern gesehenes Schauspiel ist, sind ebenfalls nur mit Wasserstoffgas gefüllt. Je größer sie sind, um so stärker ist ihr Bestreben, sich in die Luft zu erheben, und deshalb sind große Ballons im Stande, bedeutende Lasten, wie ein Schiffchen mit einer ganzen Masse von Menschen, mit in die Höhe zu nehmen und eine Luftfahrt mitmachen zu lassen. — Eine mit Wasserstoffgas gefüllte Seifenblase ist also in Wirklichkeit nichts anderes, als ein kleiner Luftballon.

Kommt man mit einem Lichte solcher Seifenblase nahe, so entzündet sie sich mit einem leichten Knall. Macht man aber solche Seifenblasen gleich zu Anfang, ehe noch die Flasche von der gewöhnlichen Luft entleert ist, so befindet sich in der Seifenblase die Mischung von Sauerstoffgas und gewöhnlicher Luft, die man Knallgas nennt, und zündet man solche Seifenblase, wenn sie in der Stube herumfliegt, an, so platzt sie mit einem so heftigen Knall, als ob eine Pistole abgeschossen würde.

Aber nicht zur bloßen Spielerei kann man das Knallgas gebrauchen, sondern eine Mischung von reinem Sauerstoff mit Wasserstoffgas, die das eigentliche Knallgas bildet, giebt beim Entzünden eine so ungeheure Hitze, daß in der Flamme dieses Knallgases Stahl und Eisenstücke wie Fidibusse wegbrennen, die härtesten Gegenstände, und selbst Kalk, der in keiner Weise bisher konnte durch Feuer angegriffen werden, zum Schmelzen gebracht werden können.

Läßt man einen brennenden Strom von solchem gemischten Gas auf ein Stückchen Kreide strömen, so fängt es an, weißglühend zu werden und verbreitet ein so helles Licht, daß es fast die Augen blendet, gleich einem Strahl des Sonnenlichts. — Außer dem elektrischen Licht ist das Knallgaslicht, das man auch Wasser-Sauerstoff-Licht, oder mit dem griechischen Namen Hydro-Oxygen-Gas-Licht nennt, das hellste, das man künstlich erzeugen kann.

XX. Was denn eigentlich Wasser ist und was man aus einem Glase Wasser machen kann.

Nunmehr wird es Jeder unserer Leser einsehen können, was eigentlich Wasser ist. — Wasser ist nichts anderes als verbranntes Wasserstoffgas! —

Freilich klingt dies sehr sonderbar und der Unkundige glaubt, daß es nur eine Art Gelehrtenwitz sein soll; aber es ist nicht so. Es ist in Wahrheit alles Wasser in der Welt gar nicht anders möglich, als daß es auf ähnliche Weise entstanden ist, als daß ehedem nur seine zwei Bestandtheile existirten, zwei Luftarten, Wasserstoff und Sauerstoff, und erst, als der Wasserstoff in der Mischung mit Sauerstoff verbrannte, bildete sich Wasser.

Welche Wichtigkeit diese Erkenntniß aber für die praktische Welt hat, ist wahrlich kaum zu beschreiben.

In einem einzigen Glase Wasser ist eine so ungeheure Masse von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas verdichtet, daß man mit diesen Gasen vollständig einen Tag lang ein Zimmer heizen und beleuchten kann. Heizung und Beleuchtung, die so außerordentlich viel kosten, würden in der Welt gar keine Ausgabe mehr verursachen, wenn man nur im Stande wäre, das Wasser auf billige Weise in seine zwei Bestandtheile zu zerlegen und einen Ballon Wasserstoffgas und einen Ballon Sauerstoffgas daraus zu machen. Könnte man dies, so brauchte man nur durch ein Rohr das Wasserstoffgas in den Ofen ausströmen zu lassen und das Gas anzuzünden. Schon bei Zutritt der gewöhnlichen Luft würde der Ofen so heiß werden, daß er übermäßige Wärme erzeugen würde. Zur Beleuchtung brauchte man nur aus einem Rohre Wasserstoffgas ausströmen und durch diesen Strom einen Strom Sauerstoffgas fließen zu lassen, und man brauchte nur in der Flamme dieses gemischten Gases ein Stückchen Kreide anzubringen, um ein Licht zu erhalten, wie es keine Lampe in der Welt verbreiten kann.

Warum aber thut man dies nicht? Wo liegt das Hinderniß?

Das Hinderniß liegt darin, daß die Chemie noch nicht so weit ist, auf billigem Wege das Wasser zu zersetzen; oder richtiger, die Chemie ist noch nicht so weit, die Stoffe, die dazu verbraucht werden, wiederum mit Leichtigkeit herzustellen.

Wir haben gesehen, daß man Zink in die Flasche thun mußte, woraus wir Wasserstoffgas entwickelt haben. Sodann wurden wir genöthigt, Schwefelsäure zuzugießen, und erst mit Hülfe dieser Stoffe konnten wir dem Wasser, das

freilich gar nichts kostet, seinen Wasserstoff entreißen. Aber Zink und Schwefelsäure kosten Geld und diese, die dabei verloren gehen, machen das Wasserstoffgas theuer.

Wie aber, wird der denkende Leser fragen, können Zink und Schwefelsäure verloren gehen? Sie stecken ja doch in der Flasche! Wo bleiben denn diese Stoffe?

Das ist ganz richtig, sie gehen auch nicht verloren. Zink und Schwefelsäure sind und bleiben in der Flasche, und es kommt zu ihnen noch etwas zu, nämlich der Sauerstoff des Wassers. Aber diese Stoffe verbinden sich chemisch, verwandeln sich und bilden einen neuen Stoff, der bei weitem nicht so viel werth ist, als der Zink und die Schwefelsäure gekostet haben.

Aus dem Zink, der Schwefelsäure und dem Sauerstoff des Wassers ist nämlich etwas ganz Neues und Eigenthümliches geworden, das man schwefelsaures Zink-Oxyd nennt.

Wenn man nämlich den Versuch gemacht und eine tüchtige Masse Wasserstoffgas aus der Flasche hat strömen lassen, so wird man bemerken, daß der Zink verschwunden ist. Es werden nur einige schwarze Flöckchen im Wasser herumschwimmen, die unreine Beimischungen des Zinks sind. Der Zink wird völlig unsichtbar sein. — Will man nun wissen, wo er hingekommen ist, so muß man die Flüssigkeit in der Flasche durch ein reines Läppchen oder Fließpapier gießen, so daß man in einem Glase eine reine Flüssigkeit erhält, die wie Wasser aussieht. Dieses Wasser läßt man langsam kochen, oder man stellt es an eine heiße Stelle, z. B. in die heiße Röhre, und läßt die Flüssigkeit ruhig eindampfen; dann bemerkt man bald, daß Krystalle entstehen, eine Art langwürfliges Salz, das eben nichts anderes ist, als schwefelsaures Zinkoxyd, das man im gewöhnlichen Leben weißen Vitriol nennt. — Dieses Salz

aber kann man nicht recht verwenden, um es werthvoll zu machen, und dadurch geht bei der Bereitung des Wasserstoffs viel Geld verloren, so daß der Wasserstoff aus Wasser noch zu theuer ist, obgleich das Wasser gar nichts kostet.

Freilich wird mancher Leser fragen: kann man denn dieses Salz nicht auf chemischem Wege zerlegen, so daß man daraus wieder Zink und Schwefelsäure erhält, und diese beiden Stoffe wiederum benutzen kann zur Erzeugung von Wasserstoffgas?

Wohl kann man das; aber zu dieser Zerlegung braucht man wieder andere Stoffe, die theuer, ja noch theurer sind als Zink; es lohnt sich also nicht, diese Zerlegung vorzunehmen.

Durch zwei Erfindungen könnte man hier der Welt eine unendliche Wohlthat erweisen und seinen Namen in der Menschheit verewigen. Entweder es erfindet Jemand, wie man das schwefelsaure Zinkoxyd zu irgend etwas Nützlichem und Einträglichem verwenden kann; oder es entdeckt Jemand, wie man aus diesem Salz billig wieder Zink und Schwefelsäure macht.

Man glaube aber ja nicht, daß die Wissenschaft still steht oder gar umkehrt; sie schreitet trotz aller frommen Weltbeglücker vorwärts, und ohne Zweifel wird man einmal mit Wasser heizen und beleuchten, wenn man dazu vielleicht auch einen andern Weg einschlagen wird als den, welchen wir eben besprochen haben.

Einige Andeutungen über diesen Weg wollen wir im nächsten Abschnitte darlegen.

XXI. Eine wichtige Erfindung zur billigsten Heizung und Beleuchtung.

Da man noch nicht dazu gelangt ist, auf chemischem Wege billiges Wasserstoffgas herzustellen, so hat man die Hoffnung auf zwei andere Arten der Herstellung gerichtet, die allem Anschein nach dem Gelingen nahe sind.

Die eine Art gründet sich darauf, durch große Hitze Wasser zu zersetzen und Wasserstoffgas zu erzeugen; die andere auf die Anwendung von Elektrizität zu diesem Zwecke.

Man hat schon vor längerer Zeit die Beobachtung gemacht, daß, wenn man mit einer Feuerspritze (mit der man bekanntlich nicht Feuer, sondern Wasser spritzt,) wenn man mit einer solchen Spritze mitten in einen bedeutenden Häuserbrand hineinspritzte, um das Feuer zu löschen, dies nicht nur wirkungslos blieb, sondern die Flamme meist noch vergrößerte. Diese Erfahrung bewirkte, daß man bei Feuersbrünsten nur die noch nicht von heftigen Flammen angegriffenen Theile zu löschen versucht, den hell aufflammenden Theil aber seinem Schicksal überläßt.

Wie man in neuerer Zeit erkannt hat, beruht diese Beobachtung auf richtigen Thatsachen. Der Grund dieser Erscheinung ist folgender.

Brennende Gegenstände werden nur deshalb durch Wasser gelöscht, weil das Wasser die Gegenstände abkühlt und ihnen die nöthige Wärme benimmt, welche sie zur Verbrennung brauchen. Aus demselben Grunde geht auch ein Licht aus, wenn man hineinbläst, denn die kalte Luft kühlt das brennende Licht ab und verhindert daher sein Weiterbrennen; aber eben so gut, wie man einen glimmenden Docht anblasen kann zur hellen Flamme, wenn man ihm gerade sehr viel Luft, also auch Sauerstoff zuführt, der das Verbrennen begünstigt, eben so geht es mit Wasser.

Wenn man einen Strahl Wasser in einen sehr bedeutend glühenden Brand hineinspritzt, so verwandelt die große Hitze das Wasser zuerst in Dampf, bevor es noch den brennenden Gegenstand berührt. Der Dampf aber erleidet, wenn die Hitze stark genug ist, eine solche Ausdehnung, daß die zwei Grundstoffe des Wassers ihre chemische Verbindungskraft verlieren, und so kommt statt des Wassers nur Sauerstoff und Wasserstoff in den Brand hinein und dies vermehrt die Flamme, statt sie zu löschen.

Daß man durch Wasser gerade das Feuer befördern kann, das wissen schon viele Feuerarbeiter. Der Schmied, der Schlosser, der im Steinkohlenfeuer sein Eisen glühend macht, bespritzt die Steinkohlen mit Wasser, bevor er seinen Blasebalg zieht; denn die große Hitze, mit welcher die Steinkohle verbrennt, wenn recht viel Luft, also Sauerstoff dem Blasebalg entströmt, reicht hin, einen Theil des Wassers zu zersetzen und es in seine Bestandtheile zu zerlegen, die dem Feuer so günstig sind. Ja, diejenigen, die mit Koaks heizen, wissen auch schon, daß es gut ist, wenn sie nassen Koaks in den Ofen zuwerfen, sobald nur das Feuer im Ofen recht weißglühend brennt, und so geschieht in der That schon theilweise eine Benutzung des Wassers als Feuerungs-Material; denn der nasse Koaks brennt wirklich besser, sobald er in einen Ofen geworfen wird, wo bereits der früher angezündete Koaks in vollster Flamme ist.

Auf diesem Prinzip beruht eine Erfindung, die man jetzt in Nordamerika auszubeuten trachtet und von deren Gelingen bereits in den Zeitungen Vieles mitgetheilt worden ist. Die eigentliche Art der Einrichtung ist noch nicht bekannt; aber im Allgemeinen beruht sie — laut allen Anzeichen — darauf, daß man einen dünnen Wasserstrahl zwischen weißglühende Eisenplatten strömen läßt, deren Hitze nicht nur groß genug ist, das Wasser in Dampf zu

verwandeln, sondern auch diesen Dampf so auszudehnen, daß die chemische Verbindung zwischen dem Wasserstoff und Sauerstoff des Dampfes aufgehoben wird. Hierdurch wird nun das Wasserstoffgas frei und durch eigene Vorrichtungen, die noch nicht bekannt sind, wird das Wasserstoffgas weiter geleitet, um zur Verbrennung zu dienen. — Falls wirklich diese bedeutende Erfindung sich bewährt, so beruht die Hauptsache nicht auf der Herstellung des Wasserstoffgases, sondern auf der Art und Weise, wie dabei eine Verbindung des Eisens mit dem Sauerstoff verhütet wird, da eine solche Verbindung, bei welcher das Eisen sich in Rost verwandelt, die Herstellung des Wasserstoffgases vertheuern würde.

Obwohl wir nun noch nicht sagen können, ob diese Erfindung wirklich die große Aufgabe löst oder nicht, so steht doch so viel fest, daß in ihr ein bedeutender Fortschritt schon gemacht sein muß, da gut unterrichtete Berichterstatter außerordentliche Hoffnungen daran knüpfen. Es wird von diesen behauptet, daß man mit dieser Erfindung bereits so weit sei, daß man hinlängliches Gas zur Heizung und Beleuchtung eines Zimmers für zehn Pfennige täglich herstellen könne, was in der That ganz außerordentlich billig wäre.

In England hat man indessen den andern Weg zur Herstellung billiger Beleuchtung eingeschlagen, der eigentlich der chemisch-elektrische ist und gerade nicht ganz zu unserm Thema gehört. Wir wollen jedoch der Wichtigkeit halber, die man dieser Erfindung zuschreibt, einen kurzen Abriß derselben unsern Lesern vorführen.

XXII. Von der Zerlegung des Wassers auf elektrischem Wege.

Schon seit langer Zeit sind die Naturforscher der Ansicht, daß Chemie und Elektrizität sehr nahe verwandt sind; in neuerer Zeit ist man sogar mit Recht auf den Gedanken gekommen, daß die chemische und elektrische Thätigkeit aus einer und derselben Kraft und Eigenschaft der Körper entspringen.

Um nun von der Zersetzung des Wassers in seine Grundbestandtheile zu sprechen, so haben wir bereits gezeigt, wie man diese Zersetzung auf chemischem Wege herstellen kann; wir wollen jetzt in möglichst faßlicher Weise zeigen, wie man dieselbe Zersetzung des Wassers auf elektrischem Wege bewerkstelligt.

Man nehme ein Stück Lampen-Zylinder und verschließe das eine offene Ende mit einem Stückchen Schweinsblase, so daß der Cylinder eine Art Becher bildet, in den man Wasser hineingießen kann. In diesen Becher stelle man ein Stück Zinkblech, woran man ein Stück Kupferdraht angelöthet, oder sonst gehörig befestigt hat. Diesen künstlichen Becher mit dem Stück Zink darin stelle man in ein gewöhnliches Bierglas, setze aber auch in das Bierglas ein Stück Kupferblech, an welchem ebenfalls ein langer Kupferdraht befestigt ist.

Nun gieße man in den künstlichen Becher und in das Bierglas eine Partie Wasser, so daß sie beide fast voll sind. Wenn das geschehen ist, gieße man in den künstlichen Becher, worin das Zinkblech steht, ein wenig Schwefelsäure, und in das Bierglas, worin das Kupferblech steht, werfe man etwas Kupfervitriol.

In diesem sehr billig herzustellenden Apparat besitzt man eine elektrisch-galvanische Maschine. Mit solchen

Apparaten kann man galvanische Versilberungen, galvanische Vergoldungen bewerkstelligen; solche Apparate werden zur elektrischen Telegraphie benutzt und zugleich kann man mit diesen bedeutende chemische Wirkungen hervorbringen. Wir wollen ein andres Mal über diesen Apparat unsern Lesern weiteren Bericht abstatten; für jetzt mag es genügen, darzuthun, daß man mittelst mehrerer solcher Maschinen im Stande ist, Wasser in seine zwei Bestandtheile zu zerlegen.

Wenn man nämlich die Enden der beiden Drähte in eine Tasse mit Wasser hineinlegt, ohne daß die Drähte sich berühren, so bewegt sich ein elektrischer Strom durch die Drähte und das Wasser; und dieser Strom hat die Eigenschaft, das Wasser in der Tasse chemisch zu zerlegen. Wenn man den einen Draht, der an der Zinkplatte befestigt ist, den positiven Pol, und den Draht, der an der Kupferplatte befestigt ist, den negativen Pol nennt, so bemerkt man, daß an beiden Drähten, sobald sie im Wasser liegen, sich kleine Luftbläschen ansetzen, und fängt man diese Luftbläschen in geeigneten Apparaten besonders auf, so findet es sich, daß die am positiven Pol, also am Zinkende, reines Sauerstoffgas, während die am negativen Pol, am Kupferende, reines Wasserstoffgas sind.

Eine ausführliche Beschreibung dieser Erscheinung würde uns zu weit führen; wir müssen uns für jetzt mit der einfachen Thatsache begnügen, daß durch den Apparat, die Drähte und das Wasser ein elektrischer Strom sich bewegt, und dieser Strom hat die Eigenschaft, chemische Verbindungen aufzuheben, so daß die chemische Verbindung des Sauerstoffs und Wasserstoffs im Wasser, das sich in der Tasse befindet, gelöst wird, und zwar derart gelöst, daß das Zinkende den Sauerstoff anzieht und das Kupferende den Wasserstoff.

Es läßt sich nun denken, daß ein ganzes System von solchen Apparaten hinreichen würde, große Massen Wasser zu zersetzen, und somit hätte man wieder einen Weg, Licht und Wärme aus dem Wasser herzustellen.

Allein auch hier sind die Kosten viel zu hoch, um diesen Weg praktisch zu machen. Denn das Zinkblech, das in der verdünnten Schwefelsäure steht, geht dabei verloren, indem es, ganz wie in der Flasche, die wir bereits kennen, sich in das werthlose schwefelsaure Zinkoxyd verwandelt. Nur wenn man einen solchen elektrischen Strom billig erzeugen kann, nur dann wäre die elektrische Wasserzersetzung eine große Wohlthat. — Diese große Aufgabe haben sich mehrere Engländer gestellt, und von Zeit zu Zeit hört man die Versicherung, daß dieselbe ihnen zum Theil gelungen sei.

Der elektrische Apparat hat aber, wenn er stark genug ist, noch eine besondere wunderbare Eigenschaft, und die besteht in Folgendem: Wenn man zwei zugespitzte Stückchen Kohle auf die Drahtenden steckt und sie aneinander bringt, so entsteht zwischen ihnen ein glänzendes Licht, das man das elektrische Licht nennt, welches so außerordentlich stark leuchtet, daß man es Meilen weit sehen kann.

Die schöne Erscheinung des elektrischen Lichtes wird oft für Geld gezeigt, ist aber auch noch nicht praktisch und zwar ebenfalls, weil zu viel Zink dabei verloren geht. In neuester Zeit hat man in England statt des Zinks Eisen angewendet, und ein Chemiker hat die Entdeckung gemacht, daß man dieses verloren gehende Eisen zur Herstellung vorzüglicher Farben benutzen und also verwerthen kann. Wenn sich dies bestätigt, so wäre man dem Ziel, in billiger Weise Wasser zu zersetzen, gleichfalls sehr nahe.

XXIII. Etwas vom Stickstoff.

Wir wollen nunmehr einen neuen chemischen Stoff kennen lernen, der in der Natur, und namentlich in unseren Nahrungsstoffen eine große Rolle spielt.

Dieser neue Stoff heißt: Stickstoff.

Wie sieht wohl eine Flasche voll Stickstoff aus? Was hat der Stickstoff für Geruch? was für Farbe?

Der Stickstoff ist von Ansehen weder vom Sauerstoff, noch vom Wasserstoff zu unterscheiden. Der Stickstoff ist eine Luftart, die ganz wie die gewöhnliche Luft aussieht, denn die gewöhnliche Luft besteht eben zum größten Theil aus Stickstoff. Eben so wenig hat der Stickstoff einen Geruch oder irgend welche Farbe, und doch werden wir bald sehen, daß seine chemischen Verbindungen sowohl mit dem Sauerstoff wie mit dem Wasserstoff ganz merkwürdige Flüssigkeiten herstellen, die zu den eindringlichsten und schärfsten gehören, die die Chemie hervorbringen kann.

Man kann sich außerordentlich leicht ein Glas voll Stickstoff herstellen. Unsere Luft besteht nämlich aus einem Gemisch von einem Theil Sauerstoff und vier Theilen Stickstoff, oder genauer: in hundert Kubikfuß Luft sind immer 21 Kubikfuß Sauerstoffgas und 79 Kubikfuß Stickstoffgas enthalten. Man braucht daher nur aus einem mit Luft gefüllten Gefäß den Sauerstoff fortzunehmen, so bleibt in demselben nur der Stickstoff übrig.

Wenn man daher auf einem flachen Teller mit Wasser einen breiten Pfropfen schwimmen läßt und auf diesen ein Stück Schwamm hinlegt, das mit Spiritus getränkt ist, so braucht man nur den Schwamm anzuzünden und ein Bierglas umgekehrt über den Propfen in den

Teller hineinzustellen, um sofort ein Schauspiel eigner Art zu haben.

Die Luft, die im Glase war, bestand aus einem Theil Sauerstoff und vier Theilen Stickstoff. Der Spiritus aber, der im innern Raum des Glases eine kurze Zeit brennt, verbindet sich dabei mit dem einen Theil Sauerstoff, der im Glase ist, so daß nur die vier Theile Stickstoff in demselben übrig bleiben. Da aber nun ein Fünftel der Luft im Glase verzehrt ist, so wird man bald bemerken, daß das Wasser im Glase zu steigen anfängt und gerade ein Fünftel vom Raum des Glases sich mit Wasser füllt. Sobald dies geschehen ist, erlischt die Flamme des Schwammes, selbst wenn noch unverbrannter Spiritus dran ist, und zeigt uns, daß in der übrig gebliebenen Luft des Glases eine Verbrennung nicht mehr möglich ist.

Bringt man durch irgend welche Vorrichtung ein Thier in den Raum dieses Glases, so erstickt es in demselben ganz in der Zeit, als wenn im Glase gar keine Luft wäre. Die Luft, die jetzt im Glase ist, ist also nicht zur Athmung brauchbar, und weil die Thiere in solcher Luft ersticken, nennt man diese Luftart Stickstoff.

Vergleichen wir nun einmal die drei Luftarten oder die chemischen Stoffe, die wir jetzt kennen gelernt haben, mit einander, so finden wir Folgendes:

Der Sauerstoff an sich ist keine brennbare Luft; aber er befördert die Verbrennung, d. h. es verbrennen die Körper lebhafter, wenn sie in Sauerstoff gebracht werden. Das Wasserstoffgas befördert die Verbrennung nicht und ein brennender Körper, der in ein Gefäß mit Wasserstoffgas gebracht wird, erlischt; aber das Wasserstoffgas selber ist brennbar und brennt, wenn es in der Luft angezündet wird. Der Stickstoff dagegen ist weder brennbar, noch brennen die Körper fort in einem Gefäße mit Stickstoff.

Man kann sich den Stickstoff auch auf anderem Wege bereiten. Wenn man in eine Flasche ein wenig Wasser gießt, sodann eine Stange Phosphor an einem Pfropfen befestigt und mit diesem Pfropfen die Flasche so zustöpselt, daß die Stange Phosphor in die Flasche hinabhängt, so braucht man diese Flasche nur an 24 Stunden stehen zu lassen, um in derselben reines Stickstoffgas zu haben. Die Erklärung dieser Erscheinung ist folgende: In der Flasche befand sich gewöhnliche Luft, d. h. eine Mischung von vier Theilen Stickstoff und einem Theil Sauerstoffgas. Der Phosphor aber hat eine große Neigung, sich chemisch mit Sauerstoff zu verbinden; dies geschieht, wenn der Phosphor nicht erhitzt wird, sehr langsam, so daß etwa erst in vierundzwanzig Stunden aller vorräthige Sauerstoff sich mit Phosphor verbunden hat. Hieraus entsteht in der Flasche zwar ein neuer Stoff, die Phosphorsäure; aber diese Phosphorsäure, die wie ein weißer matt leuchtender Nebel aussieht, verbindet sich mit dem Wasser, das auf dem Boden der Flasche ist, und in der Flasche selber bleibt nur reiner Stickstoff übrig.

Der Stickstoff ist in der Natur außerordentlich stark verbreitet, da schon vier Fünftel der Luft aus Stickstoff bestehen; in den Pflanzen und Thieren bildet dieser Stoff das Hauptnahrungsmittel, denn nur stickstoffhaltige Speisen vermögen Fleisch hervorzubringen. Es ist dieser Stoff aber ganz eigenthümlich in seinen Verbindungen, und deshalb wollen wir ihn jetzt etwas näher betrachten.

XXIV. Die chemische Trägheit des Stickstoffes und deren wohlthätige Folgen.

Das eigenthümliche chemische Verhalten des Stickstoffs besteht darin, daß er so gut wie gar keine Lust hat, sich mit irgend einem Körper zu verbinden.

Wir wissen, daß feucht gewordenes Eisen eine große Neigung hat, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden, und aus dieser Verbindung entsteht der Rost. Desgleichen haben viele Metalle die Neigung, Verbindungen mit Sauerstoff einzugehen. Einzelne von ihnen sind sogar so kräftig in dieser Neigung, daß sie sich den Sauerstoff herausholen aus andern Körpern, mit denen er bereits verbunden ist. — Ebenso giebt es Luftarten, die Lust haben, sich mit Wasserstoff zu verbinden, obgleich dies schon schwieriger vor sich geht. Der Stickstoff dagegen ist ein höchst gleichgültiger Stoff, der nur unter ganz besonderen Umständen dazu gebracht wird, eine chemische Verbindung mit andern Stoffen einzugehen.

Für das Leben der Menschen und Thiere ist dieser Umstand von der höchsten Wichtigkeit. Wir athmen in einemfort Luft ein und benutzen eigentlich nur das eine Fünftel Sauerstoff, das darin ist; die vier Theile Stickstoff aber, die wir bei dieser Gelegenheit mit in unsere Lungen aufnehmen, würden, wenn im Stickstoff eine Neigung vorhanden wäre, sich chemisch zu verbinden, eine wesentliche Störung in unserm Körper verursachen; so aber, da der Stickstoff so träge ist, wird er wieder aus unserm Körper entfernt, ohne irgendwie eine Rolle darin zu spielen.

Seine Anwesenheit in der Luft hat aber den Vortheil, daß wir mit jedem Athemzuge nur eine kleine Portion Sauerstoff aufnehmen, wodurch die Lebensthätigkeit in uns

gemäßigt und geregelt wird. Denn da der Sauerstoff, den wir einathmen, eine Verbindung mit dem Kohlenstoff unseres Körpers eingeht, wodurch eine Art langsamer Verbrennung im Körper stattfindet, welche die Leibeswärme erzeugt, so läßt es sich leicht einsehen, daß das Athmen von viel Sauerstoff einen höheren Hitzegrad und eine größere Thätigkeit des Lebens hervorrufen müßte, als für die Erhaltung unseres Körpers gut ist. In der That haben Versuche gezeigt, daß Thiere und Menschen, die man nur reines Sauerstoffgas einathmen ließ, einen sehr beschleunigten Puls bekamen und von einer Eingenommenheit des Kopfes befallen wurden. — Der Stickstoff bewirkt also in der Luft eine Verdünnung des Sauerstoffs, die für den gesunden Athem nothwendig ist.

Wir haben es bereits gesagt, daß der Stickstoff in der Luft mit Sauerstoff gemischt ist; wir müssen dies jetzt besonders hervorheben, um den Irrthum zu meiden, diese Mischung als eine chemische Verbindung anzunehmen. Wir nehmen hierbei die Gelegenheit wahr, auf den wichtigen Unterschied einer chemischen Verbindung und einer bloßen Mischung aufmerksam zu machen.

Wenn man Milch in den Kaffee schüttet, so ist das nur eine Mischung, die man vorgenommen. Es verändert sich hierdurch weder die Natur der Milch noch die des Kaffees. Wenn man aber Wasser in Schwefelsäure schüttet, so ist dies schon eine chemische Verbindung, die man hervorbringt, denn die Natur des Wassers und die der Schwefelsäure werden hierdurch wesentlich verändert. Diese chemische Veränderung giebt sich schon in vielen Dingen kund. Vor Allem entsteht nach dem Hineinschütten des Wassers in die Schwefelsäure ein hoher Grad von Hitze. Die zusammengegossenen Flüssigkeiten, von denen jede früher kalt war, werden so heiß, daß oft das Glasgefäß, worin sie

sich befinden, entzweispringt, wie wenn man heißes Wasser plötzlich in ein kaltes Glas gießt. Das allein ist schon ein Zeichen, daß hier etwas andres vorgeht als eine bloße Mischung; es kommen aber noch andere Umstände dazu, die dies bestätigen.

Wenn man genau ein Quart Wasser und ein Quart Schwefelsäure zusammengießt, so sollte man glauben, daß sie beisammen zwei Quart Flüssigkeit ausmachen müßten, das ist aber nicht der Fall. Sie geben zusammengegossen weniger als zwei Quart. Es geht hieraus hervor, daß sie sich gegenseitig durchdringen, verdichten und etwas Neues bilden, was sie früher nicht gewesen sind. Und in der That ist dies der Fall. Die Natur der verdünnten Schwefelsäure ist anders als die Natur des Wassers und der unvermischten Schwefelsäure. Wir haben gesehen, daß die verdünnte Schwefelsäure Zink auflöst; das kann aber weder die reine Schwefelsäure noch das reine Wasser; nur ihre Mischung kann das, und dies ist Beweis genug, daß sie nach ihrem Zusammengießen etwas ganz anderes geworden sind.

Und das ist das Wesentliche der chemischen Verbindung, das sie von der bloßen Mischung unterscheidet.

Wenn wir nun sagen, daß die gewöhnliche Luft aus Stickstoff und Sauerstoff besteht, so verstehen wir nicht darunter, daß sie eine chemische Verbindung ausmacht, sondern daß sie nur eine bloße Mischung dieser beiden Luftarten ist. Wie ganz anders aber eine chemische Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff ist, wie sich in einer solchen chemischen Verbindung etwas ganz Neues bildet, das nicht die mindeste Aehnlichkeit mehr mit beiden Stoffen hat, das werden uns die Leser schon glauben, wenn wir

ihnen sagen, daß diese Verbindung nichts anderes, als die scharfe brennende Salpetersäure ist.

Wir wollen jetzt über einige merkwürdige Stickstoff-Verbindungen ein Näheres mittheilen.

XXV. Merkwürdige Verbindungen des Stickstoffs.

Mit beiden Stoffen, die wir bereits kennen, mit dem Sauerstoff und dem Wasserstoff, geht der Stickstoff eine Verbindung ein, die jede in ihrer Art merkwürdig ist.

Stickstoff und Sauerstoff bilden, wie wir bereits erwähnt haben, die Salpetersäure, eine sehr scharfe, brennende Flüssigkeit. Stickstoff und Wasserstoff bilden das in anderer Weise eben so scharfe Ammoniak, dessen eindringlicher Geruch wohl Jedem bekannt ist.

Wie aber bringt man den Stickstoff, der so träge und gleichgültig ist, dazu, eine chemische Verbindung einzugehen?

Es geschieht auf eigenthümliche Weise, die einen tiefen Blick in die Natur der Chemie thun läßt.

Wir wissen, daß zwei Stoffe, die einmal chemisch verbunden sind, sich mit einer gewissen Kraft festhalten; wenn aber zu ihnen ein neuer Stoff gebracht wird, der eine kräftigere Neigung hat, sich mit einem der verbundenen Stoffe zu verbinden, so verläßt der bereits verbundene Stoff seine alte Verbindung und geht eine neue ein, wobei der zweite Stoff frei wird. Um dies deutlich zu machen, erinnern wir nochmals an das Kalium-Metall, das man in einen Teller mit Wasser wirft. Das Kalium-Metall hat größere Neigung zum Sauerstoff des Wassers, es reißt aus dem

Wasser den Sauerstoff an sich und dadurch wird der Wasserstoff des Wassers frei. —

Man kann sich hierbei die Vorstellung machen, als ob im Wasser eine Art Ehe zwischen dem Sauerstoff und dem Wasserstoff stattgefunden hätte; das Kalium aber ist der Friedensstörer, der dazu kommt und nicht nur diese Ehe trennt, sondern auch mit dem einen Gatten, dem Sauerstoff, eine neue Ehe eingeht, während der andere Gatte, der Wasserstoff, auf und davon ziehen muß.

Man sollte nun glauben, daß dem Wasserstoff, dem die Ehe eben so schlecht bekommen ist, lange Zeit braucht, ehe er wieder Lust hat, eine zweite Verbindung, eine zweite Ehe einzugehen. Das ist aber nicht der Fall. Es findet gerade das Gegentheil statt. Läßt man dem Wasserstoff Zeit, so geht er durchaus nicht leicht eine neue Verbindung ein. Bietet man ihm aber im Augenblick, wo er erst frei wird, sogleich einen Stoff dar, mit dem er sich verbinden kann, so geht er diese neue Verbindung sehr begierig ein.

Hieraus kann man ein wichtiges chemisches Gesetz kennen lernen, das folgendermaßen lautet: Ein chemischer Stoff hat im Augenblick, wo er eben erst aus einer alten Verbindung verdrängt wird, die größte Lust, sich mit einem andern Stoff zu verbinden. Diese Lust ist gerade in diesem Augenblick so stark, daß er zugreift und die Verbindung eingeht, selbst wenn er sonst wenig Neigung zu solcher Verbindung hat.

Diese besondere Lust wendet man auch an, um den trägen Stickstoff zu neuen Verbindungen zu bringen. Das heißt, man lauert ihm auf und bietet ihm gerade in demjenigen Augenblick eine neue Ehe an, wo er eben erst aus der alten Ehe vertrieben worden ist; und der träge verbindungs-unlustige Stickstoff geht in die Falle und verbindet sich mit einem neuen Stoff.

Dieser Umstand ist so wichtig, daß man ihm einzig und allein es zu verdanken hat, daß sowohl das so wichtige Ammoniak, wie die in der Fabrikation so werthvolle Salpetersäure so billig zu haben sind. Sowohl bei der Herstellung des Ammoniaks, wie bei der Herstellung der Salpetersäure benutzt man den Moment, wo der Stickstoff eben frei wird. Man bringt ihm eben erst frei gewordenen Wasserstoff zu, um ihn sofort zu einer Verbindung zu zwingen, die Ammoniak bildet, und ebenso bringt man dem eben erst frei gewordenen Stickstoff einen Theil Sauerstoff zu, um im günstigen Augenblick Salpetersäure bilden zu lassen.

Man wird es nun erklärlich finden, wenn die gewöhnliche Luft, welche die Bestandtheile der so gefährlichen Salpetersäure enthält, nicht diesen Stoff bildet. In unserer Luft sind Stickstoff und Sauerstoff nur gemischt neben einander und der träge Stickstoff verhütet, daß eine chemische Verbindung der Stoffe stattfindet. Wäre dies nicht der Fall, so würde das Leben in der Luft unmöglich sein. Die Erde wäre auch dann nicht von einer Hülle der Luft, sondern von einem Meer Salpetersäure umgeben.

Gleichwohl hat man die Entdeckung gemacht, daß man unter Umständen die gewöhnliche Luft in Salpetersäure umwandeln kann.

Wenn man nämlich eine krummgebogene Glasröhre wie ein umgekehrtes lateinisches U aufstellt, so daß es etwa diese Form hat (∩), und die beiden geraden Stücke dieser Röhre derart mit Quecksilber füllt, daß sie oben in dem Bogen durch eine Schicht Luft getrennt sind, so braucht man nur einen elektrischen Funken aus einer Elektrisirmaschine von der einen Quecksilbersäule in die andere überschlagen zu lassen, um einen Theil der zwischen ihnen befindlichen Luft in wirkliche Salpetersäure zu verwandeln.

Durch diesen höchst interessanten, aber noch nicht genügend erklärten Versuch sieht man wieder, wie innig die elektrische und die chemische Kraft mit einander verwandt sind, und wie richtig und wichtig die Vermuthung ist, daß beide Naturkräfte einer und derselben Quelle entspringen.

XXVI. Was ist Kohlenstoff?

Wir haben bis jetzt drei der wichtigsten chemischen Stoffe kennen gelernt, den Sauerstoff, den Wasserstoff und den Stickstoff. Wir wollen jetzt noch einen vierten näher betrachten, denn diese vier sind die Hauptstoffe der lebendigen Welt, während alle übrigen nur verhältnißmäßig eine geringere Rolle dagegen spielen.

Der vierte chemische Grundstoff heißt: Kohlenstoff.

Während die drei ersten Stoffe zwar allenthalben verbreitet, aber nirgend in der Natur rein, d. h. unvermischt und unverbunden mit andern Stoffen gefunden werden, findet sich der Kohlenstoff schon in der Natur rein vor.

Die ersten drei Stoffe sind im unverbundenen Zustande bloße Luftarten, und durch keine Kunst oder Naturkraft ist es gelungen, eine dieser Luftarten so zusammenzupressen, daß sie zur Flüssigkeit oder gar zu einem festen Körper werde. Bei dem vierten Stoff ist das grade Gegentheil der Fall. Den Kohlenstoff kann man unvermischt weder in eine Flüssigkeit noch gar in eine Luftart verwandeln. Er ist der feste Stoff, und für den jetzigen Stand der Wissenschaft gewissermaßen der feste Bau der Dinge, oder, um es bildlich auszudrücken, das Gerüst der lebendigen Welt.

Wir wollen uns deutlicher hierüber erklären.

Es giebt viele Gasarten, die sich, wenn man sie zu-

sammenpreßt oder durch Kälte zusammenpressen läßt, in Flüssigkeiten verwandeln. Beispielsweise ist dies mit Chlor der Fall. Chlor ist ein gasförmiger Grundstoff von grünlich gelber Farbe. Es ist, wie wir bereits erwähnt haben, der eine Grundstoff unseres gewöhnlichen Kochsalzes. Wenn man Chlorgas so zusammenpreßt, daß es nur den fünften Theil des Raumes einnimmt, so verwandelt sich das Gas in eine Flüssigkeit, die wie grüngelbes Wasser aussieht. — Merkwürdig ist es bei dieser Flüssigkeit, daß man sie nicht wie viele andere Flüssigkeiten gefrieren lassen und so in einen festen Körper, in Chlor-Eis, verwandeln kann. Sie bleibt in der höchsten Kälte immer eine Flüssigkeit, ja, so wie man mit der Pressung nachläßt, verwandelt sich diese Chlorflüssigkeit wieder in Gas.

Man sieht, es ist ein gewisser Eigensinn in der Natur der Stoffe, und dieser Eigensinn ist beim Sauer-, Wasser- und Stickstoff insofern noch größer, als diese Luftarten durch keine Gewalt, weder der Pressung noch der Kälte, in Flüssigkeiten umgewandelt werden können.

Bei andern Stoffen ist dies wieder nicht der Fall. Es giebt viele feste Stoffe, wie Schwefel, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Gold u. s. w., die in der gewöhnlichen Wärme fest sind. Durch Hitze kann man sie in Flüssigkeiten verwandeln, d. h. man kann sie schmelzen. Erhitzt man sie noch weiter, so verwandeln sie sich in eine Luftform oder sie werden zu Dampf.

Anders aber ist es mit dem Kohlenstoff. Er ist und bleibt eben so eigensinnig fest, wie die drei ersten Stoffe eigensinnig gasförmig sind und bleiben.

Wir werden später sehen, daß die ganze lebende Welt, die Welt der Pflanzen und der Thiere, aus diesen vier Stoffen, aus Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, zusammengesetzt sind, aus diesen eigensinnigen

Stoffen, die all' unserer Kunst, sie aus ihrer ursprünglichen Gestalt zu verwandeln, so viel Widerstand leisten, und wir wollen es nur jetzt sagen, daß dieser Umstand sicher nicht bedeutungslos ist, wenn man bedenkt, daß die menschliche Kunst, die Chemie, die in der todten Natur so wundervolle Resultate erlangt hat, gerade in der lebenden Natur nichts aus den Urstoffen herstellen kann. Die Chemie kann alles Leblose, das die Natur schafft, künstlich nachmachen, wenn sie dazu die Urstoffe erhält. Dahingegen vermag die Chemie auch nicht die kleinste Pflanze oder das geringste Thierchen zu machen, selbst wenn man dem Chemiker die Stoffe, aus denen sie bestehen, in Hülle und Fülle darbietet. — Ja, diese Stoffe sind so eigensinnig, daß sie gar nicht von Menschenkunst aus ihrer ursprünglichen Gestalt herauszubringen sind. — Es ist — sagen wir — sicherlich nicht ohne Bedeutung, daß die Natur gerade diese eigensinnigsten Stoffe zu den Bausteinen der lebenden Welt gemacht hat! —

Doch, wir müssen zu unserm Thema zurück, und wollen vor Allem einmal den Kohlenstoff selber näher kennen lernen.

Kohlenstoff ist die bekannte Kohle, die Holzkohle, die Knochenkohle, die Braunkohle, die Steinkohle, der Lampenruß, der Ruß im Schornstein; all' dies ist in seinen Haupttheilen Kohlenstoff, der mehr oder weniger mit einigen fremden Stoffen gemischt ist. Schon hieraus kann man sehen, daß der Kohlenstoff eigentlich aus der Pflanzen- und Thierwelt entnommen ist. Vielleicht giebt es überhaupt keinen Kohlenstoff, der nicht ehedem der Pflanzen- oder Thierwelt angehört hat; die Braunkohle und Steinkohle sind in der That nichts, als der Ueberrest vorweltlicher Pflanzen.

Indessen giebt es in der Natur zwei Sorten reinen

Kohlenstoffs, der gar nicht so aussieht, als ob er jemals aus der lebenden Welt entnommen wäre, und dies ist der Graphit und der Diamant.

Beide Stoffe kennt wohl Jedermann, wenn sie auch nicht Jedermann besitzt. Der Graphit ist das Schwarze in den Bleifedern, das wie Metall aussieht und von Vielen als eine Art Blei angesehen wird. Der Diamant ist der Schmuck des glanzsüchtigen Reichthums, dessen Besitzer oft nicht ahnen, daß sie mit Stolz ein Ding als Zierde tragen, dessen Natur durchaus nicht verschieden ist von dem Ruß, den der Schornsteinfeger an sich trägt.

Wir wollen im nächsten Abschnitt den Kohlenstoff noch etwas näher kennen lernen.

XXVII. Kohle und Diamant.

Man kann so recht am Kohlenstoff sehen, wie zwei Dinge, die ihrem Stoffe nach ganz gleich sind, dennoch in Gestalt, in Farbe, Eigenschaft und Gewicht ganz und gar von einander abweichen.

In Wahrheit ist der glänzende Diamant nichts als Kohlenstoff. Er ist seinem wirklichen Stoffe nach gar nichts anders, als wie die Holzkohle, die Braunkohle, die Steinkohle und der Graphit ist, und gleichwohl sieht der Diamant nicht nur anders aus als diese Kohlenstoff-Arten, sondern er ist auch mit andern Eigenschaften begabt, die ihm seinen Werth verleihen. Er ist der härteste Körper, den man besitzt; mit einer Kante des Diamants kann man bekanntlich Glas schneiden. Er hat die Eigenschaft, Lichtstrahlen, die er aufgenommen, nicht sofort wieder zu verlieren, wenn er in's Dunkle gebracht wird; er leuchtet vielmehr noch einige Zeit nach. Endlich hat der Diamant die

Eigenschaft, die Lichtstrahlen stärker als alle durchsichtigen Körper zu brechen, eine Eigenschaft, die ihm bedeutenden Werth verleiht; denn wenn einmal — was bisher noch nicht geschehen ist — irgend ein wahrer Fürst oder einsichtsvoller Millionär, statt einen Diamanten als blinkenden Schmuck zu tragen, ihn lieber hergeben würde, um aus demselben eine Linse für ein Mikroskop zu schleifen, so würde die Wissenschaft dadurch einen ungemein großen Gewinn haben, indem die stärkere Brechung des Lichts, die der Diamant hervorbringt, ungleich stärkere Mikroskope möglich macht. —

Und doch ist der Diamant nur Kohlenstoff, und seinem Stoffe nach nicht um das Geringste anders, als ein Stück Kohle!

Durch welches Ereigniß vermag sich aber die Kohle so merkwürdig zu verwandeln? — Hierauf giebt die Wissenschaft folgende Antwort.

Durch künstliches Feuer sind wir im Stande, alle Körper zu schmelzen. Selbst Kalk, der bisher als unschmelzbar erschien, schmilzt wie Wachs in der großen Hitze des Knallgas-Gebläses. Nur mit der Kohle ist dies nicht der Fall. Sie ist bisher noch nicht zum Zerschmelzen gebracht worden. — Desgleichen ist man im Stande, die meisten Körper in künstlich bereiteten Flüssigkeiten aufzulösen. So z. B. löst sich Platina oder Gold in Königswasser auf, Silber und Kupfer löst sich in Salpetersäure auf, andre Metalle in verdünnter Schwefelsäure; d. h. ein Stück Gold, Platina, Silber oder Kupfer zergeht ganz und gar, wenn man es in eine geeignete Flüssigkeit hineinwirft, ähnlich wie Salz oder Zucker, das man in Wasser wirft. — Nur die Kohle will in gar keiner Flüssigkeit zerfließen. Sie löst sich durchaus nicht auf, mag man sie in noch so scharfe Flüssigkeiten hineinbringen. — Wäre man im Stande,

Kohle zu schmelzen oder auch nur in einer Flüssigkeit aufzulösen, so wären wir im Stande, aus jeder Holzkohle Diamanten in Hülle und Fülle zu machen. Man brauchte eben nur die durch Hitze flüssig gewordenen Kohlen langsam abkühlen zu lassen, so würde sie zu einem Kohlenkrystall werden, und das eben ist ein Diamant; desgleichen könnte man die in einer Flüssigkeit aufgelöste Kohle durch geeignetes Verfahren herauskrystallisiren und daraus Diamanten in beliebiger Zahl und Größe gewinnen. Der Unterschied zwischen einer gewöhnlichen Kohle und einem Diamanten besteht nur darin, daß die Kohle unkrystallisirter, der Diamant krystallisirter Kohlenstoff ist.

Die Möglichkeit ist vorhanden, daß die Wissenschaft es dahin bringt, Kohlen zu schmelzen oder aufzulösen, und dann werden alle Diamanten ihren Werth verlieren; für jetzt jedoch ist es noch nicht der Fall, und die Diamanten, die man in der Erde findet, sind nur dadurch entstanden, daß entweder eine unbekannte Flüssigkeit im Innern der Erde Kohlenstoff aufgelöst hat, oder, was wahrscheinlicher ist, daß die große Hitze, die tief im Innern der Erde herrscht, Kohlenstoff zum Schmelzen bringt, so daß daraus bei späterer langsamer Abkühlung Krystalle entstehen, von denen einzelne durch Erdbeben oder durch Ströme, die aus dem Innern der Erde hervorstürzen, der Oberfläche der Erde nahe gebracht werden.*)

Genug, wenn wir wissen, daß der Diamant wissenschaftlich nur durch einige seiner Eigenschaften einen Werth erhält; dem Wesen nach aber für den Chemiker nur ein Stück krystallisirte Kohle ist.

---

*) In Paris ist es, den neuesten Zeitungsberichten nach, gelungen, durch die Hitze elektrischer Ströme Kohle in Diamanten-Staub zu verwandeln. Nähere Angaben hierüber fehlen indessen noch.

Nachdem wir so den Kohlenstoff in seiner ursprünglichen Gestalt kennen gelernt haben, wollen wir einmal sein wunderliches Wesen betrachten, das er durch chemische Verbindungen annimmt, und die wichtige Rolle kennen lernen, die er in der Welt spielt.

XXVIII. Sonderbare Eigenschaften des Kohlenstoffs.

So eigensinnig der Kohlenstoff ist, wenn man ihn allein behandeln will, so gefügig ist er, wenn man ihm andere Stoffe darbietet, mit welchen er sich verbinden kann. Ja, die eigentliche Holzkohle, die wir täglich auf dem Heerd und im Ofen sehen, hat noch eine besondere Eigenschaft, die ihr großen Werth verleiht und der Grund interessanter chemischer Erscheinungen ist. — Diese Eigenschaft ist die Kraft, die die Holzkohle besitzt, Luftarten in sich einzusaugen und in sich zu verdichten.

Schon jede gewöhnliche Kohle, die in gewöhnlicher Luft liegt, saugt sich voll von dieser, und zwar in so hohem Grade, daß sie an fünfundzwanzig Mal so viel Luft einsaugt, als sie groß ist, d. h. ein Kubikzoll Kohle kann an fünfundzwanzig Kubikzoll Luft in sich aufnehmen. Die Luft, die in den kleinen Zwischenräumen der Kohle steckt, ist demnach fünfundzwanzig Mal dichter zusammengedrängt, als die gewöhnliche Luft. Es giebt aber Luftarten, die sie noch begieriger aufsaugt. Vom Ammoniakgas kann ein Stückchen Kohle neunzig Mal soviel in sich einsaugen, als das Stückchen Kohle groß ist.

Man kann sich nun denken, daß die Kohle ein sehr leichtes Mittel ist, gewisse Gase aus andern Stoffen zu entfernen. Daher ist es sehr wichtig, fauliges oder mit fremden Gasen gemischtes Wasser durch Kohlen zu filtriren,

und deshalb werden auch die Fässer, in welchen man das Trinkwasser für Seereisende aufbewahrt, inwendig schwach verkohlt. Wahrscheinlich ist die Eigenschaft des Kreosots, durch welches alle Arten Räucherfleisch vor Fäulniß gewahrt wird, und welches sich eben durch den Rauch in Schornsteinen bildet, nahe verwandt mit der Eigenschaft der Kohle, die faulenden Luftarten in sich aufzunehmen.

Dieselbe Eigenschaft der Kohle ist es, die sie zum Entfärben und Reinigen vieler Stoffe so wichtig macht. Durch Filtriren durch frische Kohle wird Rothwein farblos, durch dasselbe Mittel bleicht man in Zuckersiedereien den braunen Syrup, kann man dem ordinären Branntwein den fuseligen Geschmack benehmen, und bairisch Bier verliert seinen bittern Hopfengeschmack, wenn es durch ein Tuch gegossen wird, worin sich Kohlen befinden. Daher ist auch gepulverte Kohle in Krankenzimmern vortheilhaft, da sie die schlechten Dünste in sich aufsaugt.

Zuweilen bringt die Aufsaugungskraft der Kohle chemische Wirkungen hervor, die außerordentlich sind. In Pulverfabriken ist schon oft großes Unglück entstanden durch das Aufhäufen von Kohlenstoff, der in irgend einer Weise Wasserstoff und den Sauerstoff der Luft in sich aufgesaugt hatte und durch die Verdichtung der Luftarten die chemische Verbindung, also auch die Entzündung derselben erzeugte. Einen interessanten Versuch noch kann man anstellen, wenn man eine Kohle, die lange Zeit in einem Raum gelegen hat, wo Schwefel-Wasserstoffgas enthalten war, nunmehr unter eine Glasglocke legt, die mit Sauerstoff gefüllt ist. Die Kohle nämlich, die schon viel vom ersteren Gas in sich hat, saugt nun noch Sauerstoff in sich ein und bringt dadurch die beiden Gase so dicht an einander, daß sie sich chemisch verbinden und merkwürdige chemische Erscheinungen hervorbringen. Die Kohle fängt

an sich zu erhitzen, indem sich der Wasserstoff entzündet und im Sauerstoff verbrennt. Dabei entsteht als Produkt dieser Verbrennung Wasser, und Schwefel scheidet sich aus. Aber auch dieser Versuch ist mit Gefahr verknüpft, denn es geschieht zuweilen, daß sich Wasserstoff und Sauerstoff zuerst mischen und dann sich erst als Knallgas entzünden, wodurch eine heftige Explosion entsteht.

Aus all' dem nehmen wir wahr, wie die Kohle schon in ihrer Beschaffenheit Eigenschaften besitzt, durch welche sie mit einer großen Begierde fremde Gase in sich ansammelt und chemische Prozesse vermittelt. Bringt man aber gar die Kohle selber mit in den chemischen Prozeß, so wird dieser Stoff, der sonst so ungefügig ist, im höchsten Grade geschmeidig und willig und läßt sich in Verbindung mit andern Stoffen sowohl in eine Luftart wie in eine Flüssigkeit und in einen festen Körper wieder verwandeln. Freilich hört er dann auch auf, Kohle zu sein, und ist nur eine kohlenstoffhaltige Verbindung; aber immerhin steckt doch die Kohle, die sich zu gar keiner Verwandlung bequemen wollte, drin.

Wir wollen nun in der Folge zeigen, wie Jedermann schon viele tausend Mal im Leben die Kohle in eine Luftart verwandelt hat; wie man Kohle, wirkliche Kohle, theils trinkt, theils ißt; ja, wie der Mensch selber, von dem man bildlich sagt, er sei aus Erde geschaffen, eigentlich aus den drei bisher aufgeführten Luftarten besteht, die sich mit einer Portion Kohlenstoff chemisch verbunden haben.

XXIX. Einige Versuche mit Kohlensäure.

Wir haben gleich bei dem ersten Versuch mit dem Sauerstoff gesehen, daß Kohle in einem Gefäß mit Sauer-

stoff hell leuchtend brennt, und daß daraus eine Luftart entsteht, die eine Verbindung von Kohle und Sauerstoff ist und darum Kohlensäure genannt wird.

Wir sehen also schon hier, daß aus Kohle in Verbindung mit Sauerstoff eine Luftart wird.

Man darf sich das ja nicht so denken, als ob etwa die Kohle durch diesen Vorgang nur fein zertheilt wird in eine Art feinen Pulvers, und daß sie als solches im Sauerstoff herumschwimmt, sondern es ist wirklich in der Kohlensäure nicht eine Spur mehr von Sauerstoff noch von Kohle, sie sind beide vielmehr zu einem neuen Körper geworden, der gar keine Aehnlichkeit mehr mit den beiden ursprünglichen Stoffen hat.

Die Kohlensäure ist eine farblose Luftart, die man mit dem Auge nicht von gewöhnlicher Luft unterscheiden kann. Wenn man eine Flasche voll Kohlensäure besitzt, so kann man durch den Anblick nicht merken, daß man hier etwas besonderes vor sich hat. Die Flasche sieht aus, als ob sie mit gewöhnlicher Luft gefüllt wäre. Allein durch Versuche wird man sogleich bemerken, daß dies Kohlensäure ist. — Hält man z. B. einen brennenden Holzspahn hinein, so verlischt er sofort, zum Beweise, daß dies keine gewöhnliche Luft, und am allerwenigsten Sauerstoff ist. Nun könnte es immer noch Wasserstoff sein; aber man lasse die Kohlensäure ausströmen und versuche sie anzuzünden, so wird man merken, daß dies auch nicht Wasserstoff ist, denn dieser brennt ja, wenn er an der Luft angezündet wird. Freilich könnte dies noch Stickstoffgas sein, das gleichfalls weder selbst brennt, noch andere Körper brennen läßt, die in dasselbe hineingebracht werden. Allein ein zweiter Versuch wird bald das Eigenthümliche der Kohlensäure zeigen.

Man braucht nur ein wenig klares Kalkwasser, das

man in Apotheken billig bekommen kann, in die Flasche zu schütten und sofort wird man bemerken, daß das Wasser trübe wird. Dies wird nicht der Fall sein, wenn in der Flasche Stickstoff ist.

Was aber geht mit der Kohlensäure und dem Kalkwasser vor?

Um sich das klar zu machen, muß man wissen, was denn eigentlich Kalk ist. Kalk ist ein eigenthümliches Metall, das Calcium heißt, welches sich mit Sauerstoff verbunden hat.

Das Metall Calcium ist silberweiß und weich. Läßt man es an der Luft liegen, so zieht es den Sauerstoff der Luft an sich und wird hart, kreideartig, mit einem Wort, es wird Kalk daraus. Es läßt sich denken, daß man das Calcium-Metall nirgend rein in der Natur vorfindet, denn da allenthalben Luft ist, die Sauerstoff enthält, so verwandelt sich das Calcium immer in Kalk; man hat daher das Calcium erst künstlich aus Kalk herstellen müssen, und dies ist erst in diesem Jahrhundert gelungen, das überhaupt reich ist an chemischen Entdeckungen. — Genug, wir wissen, daß Kalk ein Metall ist, verbunden mit Sauerstoff. Wissenschaftlich nennt man den Kalk auch Kalcium-Oxyd.

Der Kalk hat nun die Neigung, sich mit Kohlensäure zu verbinden, und wenn dies der Fall ist, wird aus dem Kalk ein neuer Stoff, der kohlensaure Kalk-Erde heißt, oder im gewöhnlichen Leben Kreide genannt wird.

Ein Stückchen Kreide also ist ein Ding, das wunderbar genug zusammengesetzt ist, obgleich man es ihm gar nicht ansehen kann. Es besteht erstens aus einem Metall, Calcium, das sich mit Sauerstoff verbunden hat, sodann besteht es aus Kohle, die sich gleichfalls mit Sauerstoff verbunden hat. In der Kreide also steckt ein Stück Metall, ein Stück Kohle und eine ganze Masse Luft! — Wer

in aller Welt würde darauf kommen, daß aus einem silberblanken Metall, aus einer schwarzen Kohle und einer Flasche voll Luft ein Ding, wie die weiße Kreide, entstehen würde? Und doch ist es so, und man kann vor den Augen eines jeden Zweiflers die Kreide aus diesen Grundstoffen fabriziren. Ja, ohne einen dieser Stoffe würde nun und nimmermehr ein Stückchen Kreide in der Welt existiren. Ohne schwarze Kohle würde niemals weiße Kreide vorhanden sein!!

Jetzt wird es Jedem klar werden, was denn eigentlich aus dem Kalkwasser, das man in die Flasche mit Kohlensäure gegossen, geworden ist. Es ist aus dem klaren Kalkwasser weißlich-trübes Kreidewasser geworden.

Und nun wollen wir jedem Leser, der sich dafür interessirt, zu einem Versuch rathen, der eben so einfach wie interessant ist. Man schütte ein Bierglas halb voll mit völlig klarem Kalkwasser; nun stecke man in das Wasser ein Glasröhrchen hinein und blase langsam in dasselbe, so daß das Wasser recht herumsprudelt. Man wird bald bemerken, daß das Wasser weißlich-trübe wird. — Woher kommt das? Daher, daß die Luft, die wir hineinblasen, aus unsern Lungen kommt, woselbst sie Kohlensäure geworden, die wir ausathmen müssen. Die Kohlensäure unseres Athems ist in's Wasser gekommen und hat aus dem Kalkwasser Kreidewasser gemacht.

XXX. Kleine Versuche und große Folgerungen.

Wir haben gesehen, daß wir mit dem Athmen unseres Mundes aus Kalk Kreide machen können.

Wie interessant dies auch für den Unkundigen sein mag, so ahnt er doch schwerlich, von welcher Bedeutung

diese Thatsache für die Bildung großer Schichten unserer Erde ist.

Es befinden sich auf der Erde ganze Gebirge von Kreide und große Strecken von Kalklagern. Die neueren Untersuchungen haben gelehrt, daß sowohl die Kreide wie der Kalk nichts andres ist, als die Schalen unendlich kleiner Thiere, die dereinst gelebt, ähnlich wie unsere Schnecken, die in einem Kalkgehäuse leben. Vor vielen, vielen Jahrtausenden, ehe noch ein Menschengeschlecht oder das Thiergeschlecht, das jetzt auf ihr wandelt, die Erde bevölkert hatte, war sie von solchen Schal-Thierchen bewohnt, von denen nunmehr nichts übrig geblieben ist, als ihre Kalkrinde. — Zugleich aber lehrt uns die neuere Naturforschung, daß in jenen Zeiten, die man die „vorweltlichen" nennt, Gewächse ganz eigner Art existirt haben, die an Form und Wesen unsern Gräsern ähnlich, aber an Größe unsern Palmenwäldern gleichkamen. Ja, die Pflanzenwelt war so üppig, daß man annehmen muß, sie habe außerordentlich reichhaltige Nahrung bereit gefunden, und zum Schluß berechtigt ist, daß die Luft so viele Kohlensäure — ein Haupt-Lebensstoff der Pflanzen — enthalten habe, daß Menschen und Thiere jetziger Art damals nicht hätten auf der Erde athmen und leben können.

Wo blieb nun diese Kohlensäure der Luft? Was hat die Luft von jenem gefährlichen, der Gesundheit und dem Leben der Menschen schädlichen Gas gereinigt? Ohne Zweifel haben dies zum großen Theil die Kalkschalen der todten Thierchen gethan, die sich mit Kohlensäure verbunden haben und nun als große Kreidegebirge vor uns liegen.

Wer denkt wohl daran, daß auch die Kreide im Dasein der Menschen auf der Erde eine Rolle spielt! — —

Doch wir wollen uns nicht von unserm eigentlichen Thema entfernen und uns nicht in die Dunkel vergangener

Jahrtausende verlieren, sondern wollen zurück zur Kohlensäure oder zum Kohlenstoff, der sich durch Verbrennung mit dem Sauerstoff verbindet. Denn die Wunder der Gegenwart sind nicht minder zahlreich, als die der Vergangenheit.

Wir haben es bereits erwähnt, daß die Menschheit eine unendliche Masse Kohlensäure fabrizirt.

Mit jedem Athemzug nehmen wir Sauerstoff in unsere Lungen ein, mit jedem Ausathmen senden wir Kohlensäure in die Luft hinaus. Nicht minder sendet jeder Ofen, jeder Heerd, auf dem Holz, Torf, Kohlen, Steinkohlen oder sonst ein Brennmaterial verbrannt wird, einen Strom von Kohlensäure in die Luft, einen Strom dieses Gases, zu dem eben eine unendlich große Masse von Sauerstoff verbraucht worden ist.

Woher aber kommt es, daß die Luft durch all' dies nicht verdorben wird? Woher entsteht immer der neue Sauerstoff, der den vernutzten ersetzt, und wo kommt die Kohlensäure hin, die die Luft unathembar macht?

Die Antwort hierauf giebt gleichfalls erst die neuere Naturforschung, und sie zeigt uns eine Weisheit der Natur-Einrichtungen, gegen welche die Menschenweisheit verschwindet.

Die Kohlensäure, obgleich sie schwerer ist als gewöhnliche Luft und eigentlich zu Boden sinken sollte, wird durch die stete Bewegung der Luft, wie von einer eignen Kraft, mit der Luft gemischt, und die Luft, wenn sie an Stellen vorüberstreicht, die Stoffe enthalten, welche Neigung haben, sich chemisch mit Kohlensäure zu verbinden, giebt diesen die Kohlensäure ab und reinigt sich in solcher Weise von dem gefährlichen Stoffe. Namentlich aber sind es die Pflanzen, die mit großer Begierde den Kohlenstoff aus der Luft einsaugen, denn die Pflanzen, die Bäume, die so viel

Kohlen liefern, erhalten allen ihren Kohlenstoff nicht aus der Erde, sondern aus der Luft, in welcher die Kohlensäure schwebt.

Aber auch der Regen ist der Bote, der die Kohlensäure einfängt. Das Wasser hat eine Neigung, geringe Portionen Kohlensäure in sich aufzunehmen. Mit dem Regen strömt die Kohlensäure nieder in die Erde und tränkt damit die Wurzeln der Pflanzen, und die Pflanzen, die die Kohle aus der Kohlensäure verbrauchen, hauchen wiederum den Sauerstoff aus, so daß nicht ein einziges Atom verloren geht und die Luft wieder jenen Stoff bekommt, der dem Leben des Thieres und der Menschen so nothwendig ist.

Was der Mensch ausathmet, die Kohlensäure, gelangt so zur Pflanze und wird von dieser eingeathmet. Dafür athmet die Pflanze den Sauerstoff wieder aus und fabrizirt in ununterbrochener Thätigkeit wieder die Luftart, die der Mensch zum Einathmen braucht.

So leben die Thiere und Menschen nicht nur von den Pflanzen, sondern die Pflanzen leben wiederum von Thieren und Menschen und so bildet sich eine Kette von Leben, in der ein Stoff fortwährend zirkulirt, der Stoff, den wir eben beobachten, der Kohlenstoff.

XXXI. Wie wir Kohlenstoff essen und trinken und wie sich in der lebenden Natur die Stoffe verbinden.

Der Kohlenstoff spielt in unsern Speisen und Getränken eine Hauptrolle.

Da wir Sauerstoff einathmen und dafür Kohlenstoff in Verbindung mit Sauerstoff ausathmen, so ist es wohl Jedem klar, daß wir in jedem Augenblick Kohlenstoff aus

unserm Körper verlieren. Woher aber nehmen wir diesen? Womit ersetzen wir unsern fortwährenden Verlust? Durch nichts als durch Essen und Trinken, durch nichts als durch den Kohlenstoff, der in allen Speisen und Getränken vorhanden ist.

Und hier eben ist es, wo wir auf die Wichtigkeit der vier Stoffe kommen, die wir bereits erwähnt haben.

Sauerstoff und Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff sind die Grundelemente der lebendigen Welt. Wenn man Pflanzen oder Thiere oder den menschlichen Leib auf chemischem Wege in die Grundbestandtheile zerlegt, so findet man, daß diese vier Stoffe die Hauptmasse derselben ausmachen, wohingegen die übrigen Grundstoffe, deren es einige sechszig giebt, eine untergeordnete Rolle spielen.

Aber nicht nur sind diese vier Stoffe in dieser Beziehung ausgezeichnet, sondern sie zeigen auch noch eine eigenthümliche Eigenschaft in der lebendigen Natur, die höchst interessant und wunderbar ist.

Betrachtet man nämlich die sogenannte todte Welt gegenüber der lebenden, die Welt der Erdarten und Gesteine gegen die Welt der Pflanzen, der Thiere und Menschen, so stellt sich in chemischer Beziehung ein so gewaltiger Unterschied zwischen ihnen dar, daß man wohl sagen kann, sie seien in ihrem innersten Wesen ganz von einander verschieden.

In der ganzen todten Natur finden die chemischen Verbindungen der Stoffe immer paarweise statt; in der lebenden Natur sind sie niemals paarweise, sondern mindestens dreifach vorhanden.

Wir wollen dieses Gesetz deutlicher zu machen suchen.

Wir haben bereits gesehen, daß je zwei chemische Grundstoffe eine gewisse Neigung haben, sich mit einander zu verbinden. Haben sie sich aber verbunden, so kann man

es nicht dahinbringen, daß sie einen dritten Stoff chemisch aufnehmen. — Wir haben schon einmal scherzweise die chemische Verbindung eine Ehe zwischen zwei Stoffen genannt; wenn wir diese Vergleichung beibehalten, so können wir sagen: die chemische Ehe findet nirgends in der todten Natur zwischen drei Stoffen, sondern, wie in der wirklichen Ehe, immer nur zwischen zweien statt.

Wir wissen z. B., daß aus Sauerstoff und Wasserstoff Wasser entsteht. Durch keine Kunst in der Welt können wir aber einen dritten einfachen Stoff dazu bringen, sich mit diesen zwei Stoffen zu verbinden. Bringen wir einen dritten Stoff dazu, z. B. Schwefel, so bleibt er unverbunden, der Schwefel bleibt Schwefel und das Wasser bleibt Wasser; oder bringen wir einen solchen Stoff hinzu, wie z. B. das Kalium-Metall, das große Neigung hat, sich mit dem Sauerstoff des Wassers zu verbinden, so verbindet er sich zwar mit dem Sauerstoff, aber er verdrängt dafür den Wasserstoff. Die alte Ehe zwischen Wasserstoff und Sauerstoff wird zwar aufgelöst, aber es bildet sich nicht eine Ehe zwischen dreien, sondern es kommt eine neue Ehe wiederum nur zwischen zweien zu Stande; der dritte Stoff muß weichen.

Erst wenn man den dritten Stoff mit einem vierten verbunden hat, also ein neues Ehepaar vorhanden ist, erst dann kann man die beiden Paare mit einander chemisch verbinden. Wenn man z. B. Schwefel mit Sauerstoff verbunden, d. h. Schwefelsäure hergestellt, also ein neues Ehepaar geschaffen hat, dann kann man das neue Ehepaar, die Schwefelsäure, mit dem alten Ehepaar, Wasser, chemisch verbinden und schwefelsaures Wasser oder, was dasselbe, verdünnte Schwefelsäure herstellen. Obgleich nun in solchem Wasser eigentlich nur drei Stoffe vorhanden sind, Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel, so darf man sich

doch nicht einbilden, daß dies eine chemische Verbindung dreier Stoffe ist, sondern der Schwefel mußte erst seine eigne Portion Sauerstoff bekommen, um Schwefelsäure zu werden, und ebenso der Wasserstoff seine eigne Portion Sauerstoff, um Wasser zu bilden, und erst als diese zwei Ehen zu Stande gekommen waren, konnte man die Paare mit einander verbinden.

Aehnlich ist es in der ganzen unbelebten Welt; alle Steine, alle Salze, alle Flüssigkeiten, alle Metallverbindungen, mit einem Worte, alle Dinge, die nicht Pflanzen, Thier oder Mensch sind, sind chemisch entweder einfache Stoffe, wie z. B. Gold, Silber, Zinn u. s. w., oder sie bestehen aus zwei Stoffen, wie z. B. Kochsalz, Wasser, Kalk u. s. w., oder sie sind aus der Verbindung zweier Paare hervorgegangen.

Nur in der Pflanzen- und Thierwelt ist dies nicht der Fall. Es giebt keinen Pflanzenstoff, keinen Thierstoff, der nicht mindestens drei Grundstoffe in sich hat. Ja, wenn ein solcher Pflanzen- und Thierstoff aus vier Grundstoffen besteht, so ist er nicht etwa nach vorhergegangener Paarung von zwei und zwei Stoffen entstanden, sondern er ist ursprünglich in uns unerklärlicher Weise aus einer einzigen Verbindung all' seiner Stoffe gebildet worden.

Dies ist der große chemische Unterschied zwischen der todten und belebten Natur, den wir nunmehr noch weiter kennen lernen wollen.

XXXII. Unterschiede der chemischen Verbindungen in der lebenden und in der todten Natur.

Haben wir nunmehr gesehen, daß sich die todte Natur von der lebendigen in chemischer Beziehung darin un-

terscheidet, daß in der todten Natur nur immer zwei Stoffe sich zu einem neuen Körper chemisch verbinden, während in der lebendigen Natur mindestens drei Stoffe zu einem Körper gehören, so lehrt die Chemie noch einen weiteren Unterschied kennen, der noch von größerer Bedeutung ist.

Der Unterschied ist folgender:

In der todten Natur verbinden sich zwei chemische Grundstoffe immer nur in ganz genau bestimmten Mengen; in der lebenden Natur aber in höchst verschiedenen Mengen.

Wir wollen durch Beispiele deutlich zu machen suchen, was wir hiermit meinen.

Wie wir wissen, besteht Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff. Die genauesten Versuche haben gezeigt, daß zwei Maß Wasserstoffgas und ein Maß Sauerstoffgas eine gewisse Menge Wasser, z. B. ein Loth Wasser geben. Wie nun, wenn Jemand zu einem Chemiker käme und bei ihm ein Loth chemisch hergestelltes Wasser bestellte, aber von ihm verlangte, er möchte zu diesem Wasser ein wenig mehr Sauerstoff oder ein wenig mehr Wasserstoff nehmen, so würde der Chemiker ihn zurückweisen und ihm sagen: „Freund, dies geht nicht!“

Zwei Maß Wasserstoffgas verbinden sich nur mit einem Maß Sauerstoffgas zu Wasser. Nimmt man mehr Sauerstoffgas oder mehr Wasserstoffgas dazu, so bleibt es unverbunden zurück, denn es ist einmal ein feststehendes Gesetz in der todten Natur, daß eine gewisse Menge Eines Stoffes sich nur mit einer gewissen ganz genau bestimmten Menge eines andern Stoffes chemisch verbindet, und dies Gesetz ist so unumstößlich, daß keine Kunst der Welt im Stande ist, ein sauerstoffreicheres und wasserstoffreicheres Wasser herzustellen, als überhaupt alles Wasser in der Welt ist.

Aehnlich wie mit dem Wasser geht es mit allen Dingen

aus der unbelebten Welt. Quecksilber und Schwefel bilden chemisch verbunden den Zinnober, den bekannten rothen Farbestoff. Will man ein Loth Zinnober machen, so muß man dazu eine ganz genau bestimmte Menge Quecksilber, und eine ganz genau bestimmte Menge Schwefel nehmen, und kein Chemiker in der Welt kann es dahin bringen, daß dieselbe Menge Quecksilber sich mit einem Körnchen mehr oder einem Körnchen weniger Schwefel verbindet. Nimmt man mehr Schwefel, so bleibt Schwefel übrig, nimmt man weniger Schwefel, so bleibt Quecksilber übrig, ohne die chemische Verbindung einzugehen.

Man sieht, es findet in der todten Natur ein gewisses unerschütterlich feststehendes Verbindungs-Gewicht zwischen zwei Stoffen statt. Dies ist aber in den Stoffen der lebendigen Natur nicht der Fall. In Pflanzen und Thieren fabrizirt die Natur chemische Dinge, die von einander ganz und gar verschieden sind, obgleich sie chemisch ganz dieselben Stoffe in sich haben, und ihre Verschiedenheit rührt nur daher, daß sie eben mehr oder weniger von einem Stoffe in sich aufgenommen und chemisch verbunden haben.

Aus diesem Umstande rührt es her, daß die Natur mit ihren vier chemischen Grundstoffen, aus denen sie die Pflanzen und Thiere zusammensetzte, so unendlich viele verschiedene Dinge zu schaffen im Stande ist.

Um es recht deutlich zu machen, was wir meinen, wollen wir einmal zeigen, was die todte Natur und die künstliche Chemie aus den vier Grundstoffen, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff zu machen im Stande ist, und dies einmal vergleichen mit dem, was in der lebendigen Natur aus diesen selben vier Stoffen wird.

Die todte Natur kann aus Sauerstoff und Wasserstoff Wasser machen, und dann noch einen Stoff, der syrupartig aussieht und Wasserstoff-Hyper-Oxyd heißt. Das wären

also zwei Stoffe. Aus Sauerstoff und Stickstoff entstehen fünf Arten von Salpetersäure-Verbindungen, aus Sauerstoff und Kohlenstoff sind zwei Arten von Kohlensäure möglich. Im Ganzen also kann man aus Sauerstoff mit den andern drei Stoffen neun verschiedene chemische Dinge erzeugen.

Gehen wir nun weiter, so finden wir, daß aus Wasserstoff und Stickstoff nur Ammoniak gebildet werden kann; aus Wasserstoff und Kohlenstoff entsteht das bei uns jetzt allgemeine Leuchtgas. Fügen wir nun hinzu, daß aus Stickstoff und Kohlenstoff nur eine Verbindung hergestellt werden kann, die den Namen Cyan hat, so sehen wir, daß aus den vier Stoffen im Ganzen zwölf Dinge erzeugt, die freilich noch theilweise unter einander verbunden werden, und so neue Dinge herstellen können.

Wenn wir nun dagegen sagen, daß die lebendige Natur die verschiedensten Arten von Pflanzen und Thieren, deren Gattungen viele Millionen übersteigen, auch nur aus den vier genannten Stoffen gebildet hat, so wird wohl Jeder einsehen, welch' ein wesentlicher Unterschied darin liegt, daß in der todten Natur die Verbindungsgesetze auf bestimmte Mengen beschränkt sind, während in der lebendigen Natur die verschiedenartigsten Mengen-Verhältnisse zu einer chemischen Verbindung möglich sind.

XXXIII. Die Folgen der Unterschiede chemischer Verbindungen in der todten und lebendigen Natur.

Indem die chemischen Verbindungen in der todten Natur ganz anderer Art sind als die der lebendigen Welt, so kommt es, daß wir künstlich der todten Natur alles

nachmachen, ja sogar mit der Chemie Dinge machen können, die die Natur nicht macht. Aber alle unsere Kunst scheitert, wenn es gilt, ein belebtes Wesen zu machen.

Die Chemie kann aus den sechszig chemischen Urstoffen eine unendliche Masse von Dingen machen. Die Chemie stellt Wasser, Luftarten, Steinarten, Erdarten, Säuren, Salze, Farbestoffe, Metall-Verbindungen, Medizine und Gifte aller Art her, die von der größten Wichtigkeit sind. Aber bei der lebendigen Natur scheitert ihre Kunst. Sie kann zwar die Pflanzen- und Thierstoffe chemisch zerlegen und weiß es mit der größten Genauigkeit anzugeben, wieviel Sauerstoff, wieviel Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff und sonstige geringe Beimengungen einzelner chemischer Urstoffe in einem solchen Dinge vorhanden sind. Aber wenn man dem Chemiker sagt: „Nun hast du eine Kartoffel chemisch zerlegt und hast die chemischen Urstoffe daraus gewonnen, jetzt sei so gut und stelle einmal wieder die Kartoffel aus demselben Stoff zusammen!“ Da wird er die Achseln zucken und sagen: „Das kann unsere Chemie nicht, das kann nur die Thätigkeit der Natur schaffen.“

Die Natur kann aus einem Weizenkörnchen einen Halm mit einer ganzen Masse Weizen schaffen, aus einem Stückchen Kartoffel eine ganze Masse einzelner Kartoffeln, aus einem Apfelkörnchen einen großen Apfelbaum, und die Natur verfährt dabei auch chemisch. Sie nimmt chemische Stoffe dazu. Sie braucht hierzu Ammoniak, Kohlensäure und Wasser und Licht und Wärme ganz so, wie der Chemiker bei seinen Kunststücken. Die Natur kann aus einem Weizenkorn keinen Halm machen, wenn man ihr den Stoff entzieht, den sie dazu braucht. Sie treibt also Chemie ganz so wie ein menschlicher Chemiker. Wer keine Chemie kennt, versteht auch nicht, wie eine Pflanze wachsen kann, und schon darum ist die Kenntniß der Chemie von der

größten Wichtigkeit, weil nur durch sie die Kenntniß vom Wachsthum und dem Leben, der Ernährung und der Fortpflanzung der Pflanzen und auch der Thiere erlangt werden kann.

Aber obgleich die Natur auch Chemie treibt, ist es doch eine andere Art Chemie, als die, welche die Menschen treiben.

Man hat daher auch einen andern Namen für diese Art der Chemie. Die Chemie in der unbelebten Natur nennt man die „un-organische oder die anorganische Chemie", und in dieser wetteifert der Mensch mit der Natur; ja, seine Kunst übertrifft in vielen Punkten die Natur. Die Chemie aber, die in den belebten Wesen der Natur waltet, nennt man die organische Chemie; und auf diesem Gebiet kann der Mensch zwar zerlegen, was die Natur aufgebaut hat; aber er steht vollkommen hilflos und beschämt da, wenn er das Zerlegte wieder zusammensetzen soll.

Der Mensch kann ein Stückchen Kartoffel nehmen und es in die Erde legen und kann dem Lebenskeim, der in dem Stückchen Kartoffel liegt, gebieten, Chemie zu treiben und eine ganze Masse Kartoffeln hervorzubringen. Er kann dem Lebenskeim in dem Stückchen Kartoffel alles darbieten, was er zu seiner chemischen Operation braucht. Ja, der Bauer, der dem Felde Dünger giebt, giebt nicht der Erde den Dünger, sondern er thut nur das unbewußt, was der Chemiker bewußt thun würde: er bietet in dem Dünger nur der Kraft des Samens die chemischen Stoffe dar, die sie zu ihrem chemischen Kunststück gebraucht. Der Mensch kann nun ziemlich genau das chemische Kunststück beobachten, welches das Stückchen Kartoffel oder richtiger dessen Lebenskeim, treibt; und das ist auch beobachtet worden; und die neueste Zeit hat geistvolle Blicke in diese

geheime Werkstatt der Natur gethan. Was sonst als ein Wunder angestaunt wurde, wird jetzt als eine Wissenschaft getrieben. Aber es ist die organische Chemie eine Wissenschaft, die eine unübersteigbare Grenze hat. — Das Geheimniß der Ernährung, des Wachsthums und der Fortpflanzung der Pflanzenwelt und der Thierwelt ist jetzt so weit erforscht, daß man wohl weiß, es gehe hier viel auf chemischem Wege zu; allein an zwei Dingen scheitert unsere Einsicht.

Erstens ist es für uns unbegreiflich, was das für eine Kraft ist, die auch der kleinste Pflanzenkeim besitzt, Stoffe, die er zu seinem Gedeihen braucht, aufzunehmen, und andere, die er nicht braucht, unaufgenommen zu lassen, oder gar verbrauchte Stoffe von sich auszuscheiden. Ein wachsender Pflanzenkeim benimmt sich ganz so, als ob er mit Einsicht und Fachkenntniß die Wahl all seiner chemischen Kunststücke regele. Dergleichen kommt in der unbelebten Natur gar nicht vor. — Zweitens arbeitet zwar die organische Chemie in Natur mit demselben Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, mit dem wir auch arbeiten können; allein sie ist geschickter als unsere Hände und weiser als unser Kopf. Wir können aus den Stoffen nur die paar unorganischen Dinge machen, die wir bereits im vorigen Abschnitt angegeben haben; die lebendige Kraft aber macht vor unsern Augen aus diesen vier Dingen die ganze Welt des Lebens! —

Vielleicht aber glaubt Jemand, daß dieserhalb die ganze organische Chemie zwar eine interessante, aber keine nutzenbringende Wissenschaft sei; das aber ist ein Irrthum. Die organische Chemie ist, wie wir nun zeigen wollen, nicht nur die größte und bedeutendste, sondern auch die nützlichste und einflußreichste Wissenschaft der neuern Zeit.

XXXIV. Ein wenig organische Chemie.

Die organische Chemie hat drei wichtige Aufgaben, welche in der neuern Zeit die bedeutendsten Forscher als das segensreiche Feld ihrer Thätigkeit betrachten.

Vor Allem ist die organische Chemie von der größten Wichtigkeit für den Landbau. Bisher lebte man im vollkommenen Dunkel über die Erfahrungen, die der Landmann beim Bau des Feldes machte, und die Fruchtbarkeit und Unfruchtbarkeit eines Feldes war rein eine Kenntniß, die man durch jahrelange Beobachtungen erst ermitteln mußte. Zeitraubende Proben und schwere Versuche belehrten erst, wie und wozu ein Feld angewendet werden kann, welche Saat man darauf aussäen und welche Frucht darauf gedeihen möchte, mit welcher Art von Dünger man den Boden versehen müsse und welche Gattungen von Stoffen der Pflanze förderlich sein könnten. Jetzt, wo die Chemiker die Sache in die Hand genommen haben, ist man schon einen gewaltigen Schritt weiter gekommen. Der Landbau ist jetzt eine wissenschaftliche Thätigkeit geworden und diese Wissenschaft ist die Wissenschaft der organischen Chemie.

Der Chemiker nimmt eine Pflanze, zerlegt sie auf chemischem Wege und sieht, welche Stoffe darin enthalten sind. Er weiß, daß diese Stoffe nicht durch Zauber in die Pflanze hineinkommen, sondern daß es ein chemischer Vorgang ist, durch welchen die Pflanze diese Stoffe aus dem Boden und der Luft genommen und umgebildet hat. Kennt er die Stoffe, aus denen die fertige Pflanze besteht, so weiß er auch, daß die Pflanzen diese Stoffe als Speise in sich aufgenommen. Er weiß also genau, was der Boden liefern muß, um solche Pflanzen hervorbringen zu können. Nimmt er nun einen Stich Erde aus dem Boden

und untersucht ihn auch auf chemischem Wege und findet, daß diese Stoffe, die die Pflanze braucht, im Boden vorhanden sind, so weiß er ohne jahrelange Untersuchungen zu sagen: „Diese Pflanze wird in diesem Boden gedeihen!"

Findet er, daß der Boden nicht alle Stoffe in sich hat, die die Pflanze braucht, so weiß er anzugeben, womit der Boden versorgt werden muß. Denn der Chemiker scheut sich nicht, auch jede Art von Dünger chemisch zu zerlegen. Er untersucht, welche Stoffe der Dünger dem Felde zubringen muß und belehrt den staunenden Landmann: hier mußt du Gyps in den Dünger mischen! dort mußt du Knochenmehl hinzuthun! da darfst du nicht zu viel thierischen Dünger ablagern! dieses Feld mußt du ein Jahr lang ganz ruhen lassen und statt Getreide Klee anbauen. Jenes Feld braucht gar keinen Stoff, denn es besitzt sie alle in Ueberfluß, aber es kann darauf deshalb nichts wachsen, weil die nöthigen Stoffe in einer Form vorhanden sind, durch welche sie sich nicht im Regenwasser auflösen können, du mußt also statt des Düngers verdünnte Schwefelsäure auf dein Feld schütten, die diese Stoffe auflösbar machen wird, so daß die Pflanze sie wird genießen können.

Die landwirthschaftliche Chemie ist schon eine der segensreichsten Beschäftigungen unserer Zeit, und sie wird erst ihren vollen Segen entfalten, wenn sie weiter eingedrungen sein wird in das Landvolk. Es ist daher von der größten Wichtigkeit, daß sich jetzt der Gebildete mit der Landwirthschaft abgiebt; aber seine Studien macht er nicht mehr als Ackerknecht und Pferdejunge, sondern die Landwirthschaft wird jetzt in der Studirstube der Chemiker getrieben und erst nach solcher Vorbereitung geht der gebildete Landwirth an den praktischen Landbau und erkennt,

daß das sonst blind angestaunte Wunder der Natur eine Folge weiser Gesetze ist, die dem Menschengeist nicht verschlossen sind, und deren Beobachtung Wohlstand, Gedeihen und Segen verbreiten.

Die zweite Aufgabe der organischen Chemie ist, aus der Pflanzen- und Thierwelt neue chemische Stoffe herzustellen, von denen man sonst keine Ahnung hatte. Die Mannigfaltigkeit in der organischen Welt ist so unendlich groß, daß mit jedem Tage aus der Pflanzen- und Thierwelt neue Stoffe erzeugt werden, von denen man früher nie etwas wußte. Der Reichthum an neuen Stoffen ist durch die Forschungen der letzten zehn Jahre so gewachsen, daß es jetzt nur an Menschen fehlt, welche sich mit der Aufgabe beschäftigen, wie und wo man solche Stoffe nützlich verwenden kann. Ja, die neuere Chemie ist so unendlich reich an neuen Stoffen, daß sie um Namen für dieselben in Verlegenheit ist. Und doch steht es fest, daß jeder dieser neuen Stoffe irgend wie verwendet werden kann, und einzelne von diesen, die jetzt ganz unbeachtet bleiben, bei einer glücklichen Entdeckung zu einer Quelle großer Reichthümer werden können.

Um ein kleines Beispiel hiervon zu geben, wollen wir nur Eines anführen. In neuerer Zeit ist hauptsächlich für die Photographie ein Stoff dargestellt worden, der den Namen Pyro-Gallus-Säure hat. Dieser Stoff ist so werthvoll, daß das Loth davon mit zwei und einem halben Thaler bezahlt wird, er ist also fast fünfmal theurer als Silber! In diesen Tagen aber fanden wir in einem wissenschaftlichen Bericht, daß es einem Chemiker gelungen sei, diesen Stoff aus Holzessig zu gewinnen. Ist dies der Fall, so wird mit einem Male dieser so kostbare Stoff ein Fabrikations- und Handelsartikel werden und seine Benutzung,

die jetzt so selten ist, wird unzweifelhaft in vielen Fällen des Lebens Anwendung finden.*)

So bereichert hauptsächlich die organische Chemie die Vermehrung der nützlichen Stoffe und giebt den Dingen die man sonst unbeachtet ließ, einen ganz neuen Werth.

XXXV. Die wichtigen Aufgaben der organischen Chemie.

Eine höhere Aufgabe der organischen Chemie ist, die Produkte der Pflanzenwelt in ihrer Verbindung zu beobachten, die sie annehmen, wenn sie sich selbst überlassen oder durch andere Stoffe und Mittel zu Veränderungen angeregt werden. Der Segen, den dieser Theil der Chemie bereitet hat, ist ungeheuer; die Aussicht, die hier noch Segensreiches in der Zukunft verspricht, geht in's Unendliche.

Es ist gar nicht lange her, daß man die Früchte der Pflanzen nur in der Weise verbrauchte, wie sie die Natur fertig lieferte; erst als die Chemie anfing, diese Früchte zu untersuchen, erst da kam man darauf, daß man aus den Früchten noch ganz andere Dinge machen kann, als die Natur.

Es ist bekannt, daß man vor dreißig Jahren nichts anderes wußte, als daß man Zucker aus der Ferne herholen müsse, wo das Zuckerrohr gedeiht; jetzt weiß es Jeder, daß wir meisthin den Runkelrübenzucker genießen, und es hängt nur von neuen chemischen Entdeckungen in

*) Anmerkung zur zweiten Auflage. — Die Pyro-Gallus-Säure ist seit dem Erscheinen der ersten Auflage in der That bis auf ein Drittel ihres früheren Preises gesunken; obwohl ihre Darstellung aus Holz noch nicht Eingang gefunden zu haben scheint.

der Gewinnung des Zuckers aus der Runkelrübe ab, um ein Pfund Zucker noch einmal so billig zu haben, als es schon jetzt ist.

Als ein Beispiel der interessantesten Art, wie die Kunst der Chemie die Naturstoffe in ganz veränderte Form und Beschaffenheit versetzen kann, ist die jetzige Fabrikation des Holzessigs, bei welcher, wie wir später zeigen werden, wirklich aus Holz Essig gemacht wird. Noch interessanter in dieser Beziehung ist die Kartoffel, welche man durch chemische Mittel in Mehl verwandeln kann, aus dem Mehl kann man Gummi machen, den Gummi kann man in Zucker verwandeln, den Zucker kann man in Alkohol, den Alkohol in Aether und Essig umschaffen.

In gleicher Weise versteht es die organische Chemie, alle Naturstoffe aus ihrer früheren Beschaffenheit zu einer Veränderung anzuregen und ganz neue, gar nicht in diesen Stoffen vermuthete Dinge daraus zu machen, so daß eigentlich fast sämmtliche Fabrikationszweige jetzt in das Bereich der Chemie fallen und deren Gedeihen nur möglich ist, wenn die organische Chemie noch weit verbreiteter und ihre Forschungen und Entdeckungen praktischer gemacht würden.

Wir wollen diese drei Aufgaben der organischen Chemie nunmehr in kurzen Umrissen näher beleuchten und durch Beispiele und Versuche deren Wichtigkeit deutlich zu machen suchen. Wir werden demnach in den nächsten Abschnitten Einiges von den Hauptsachen der landwirthschaftlichen Chemie, Einiges von der Auffindung neuer Stoffe und endlich einige Beispiele von den Verwandlungen vorführen, die die Chemie mit vielen Stoffen vornimmt; für jetzt dürfen wir jedoch über die Nützlichkeit und praktische Wichtigkeit dieser Wissenschaft nicht vergessen, daß sie einen noch höhern Werth beanspruchen darf, indem sie es ist, die das Dunkel im Lebensvorgang des Thieres und des

Menschen zu beleuchten anfängt, und die Resultate, die sie jetzt schon gewonnen, von ihr erwarten lassen, daß sie dereinst die noch undurchdringlichen Geheimnisse unseres eigenen Leibes erforschen, und so die Stütze einer neuen Lehre vom Leben, vom Erkranken und der Heilung des Menschen werden wird.

Die organische Chemie ist zur Erkenntniß des Lebensvorganges im Menschen von der höchsten Wichtigkeit. Erst durch die Chemie lernen wir verstehen, weshalb wir athmen und was mit dem Athem vorgeht. Erst die Chemie belehrt uns, weshalb wir uns nur von gewissen Stoffen ernähren können. Der Chemie der neuern Zeit erst ist es gelungen, zu zeigen, in welche Stoffe des Leibes sich die Stoffe der Speisen verwandeln, welche Speisen zum Wachsthum der Haare, der Knochen, der Nägel, der Zähne, der Muskeln und des Fettes nöthig sind. — Erst durch die Chemie beginnt man jetzt zu ahnen, wie und in welcher Weise sich Gesundheit im Körper erhalten und Krankheit entstehen kann, und in welcher Art einzelne Medizinen in diesen Zustand eingreifen. Der Chemie erst wird es gelingen, die Heilkunst in eine Heilwissenschaft zu verwandeln und das Dunkel zu zerstreuen, das jetzt noch über einem großen Theil der ärztlichen Praxis schwebt, ein Dunkel, das selbst der glücklichste Arzt nicht durchschauen kann, ohne die Chemie zu Hülfe zu rufen.

XXXVI. Die landwirthschaftliche Chemie. Der Keim, die Frucht und einige Versuche.

Die landwirthschaftliche Chemie hat sich ihre Aufgabe dahin gestellt: die Gesetze des Lebens, des Wachsthums und des Gedeihens der Pflanzen zu ermitteln, um ihre

Pflege genau wissenschaftlich zu ergründen und mit Sicherheit angeben zu können, auf welchem Wege die Menschen der Natur zu Hülfe kommen und den Wachsthum der nützlichen Pflanzen in reichem Maße befördern können.

Die allgemeinen Resultate der Forschungen neuester Zeit sind folgende:

In der Pflanze ist eine eigene und noch jetzt unbekannte Kraft thätig. Die Neigung der chemischen Urstoffe, Verbindungen einzugehen, ist in den Pflanzen durchaus nicht so, wie in der todten Natur. Im Gegentheil, die Pflanze schafft andere Verbindungen der Stoffe, macht aus den Stoffen andere Dinge als die todte Chemie. Möglich ist es wohl, daß die Kraft in der Pflanze eine uns ganz unbekannte, fremde Kraft ist; allein es ist auch möglich, daß sie das Resultat von Zusammenwirkungen bereits bekannter Kräfte ist, das Zusammenwirken von chemischen Gesetzen im Verein mit physikalischen Kräften, mit Licht, Wärme, Elektrizität und Erdmagnetismus. — Die berühmtesten Naturforscher sind hierüber im Streite. Uns jedoch muß es vorläufig genügen, zu wissen, daß hier eine eigenthümliche Thätigkeit vor sich geht, und zu erkennen, in welcher Weise diese Thätigkeit vor sich geht.

Uebereinstimmende Beobachtungen haben Folgendes gelehrt:

Eine jede Frucht enthält einen Keim zu einer neuen Pflanze, die im Allgemeinen bestimmt ist, dieselben Früchte hervorzubringen. Die Frucht enthält außer dem Keim noch Nahrungsstoffe. Nun bilden wir uns im gewöhnlichen Leben ein, daß diese Nahrungsstoffe von der Natur für den Menschen geschaffen seien. Das aber ist ein Irrthum. Der Nahrungsstoff einer Erbse, einer Bohne, eines Apfels oder sonst einer Frucht, ist von der Natur nur geschaffen, um zur ersten Nahrung der künftigen Pflanze zu dienen,

deren Keim in der Frucht steckt. Ganz so, wie kein Kind geboren wird, ohne daß die Natur in den Brüsten der Mutter Milch als Nahrungsstoff für die erste Zeit vorbereitet, ganz so kommt kein Keim der Pflanze zur Welt, ohne daß die Natur ihm Frucht mitgiebt, damit der Keim darin die Nahrung finde für die erste Zeit seines künftigen jungen Lebens. Ebenso, wie die Natur die Milch der Kuh nicht für den Menschen, sondern für das Kälbchen geschaffen hat, ebenso, wie wir uns eigentlich unberechtigt der Milch bemächtigen, wenn das Kälbchen nur soweit ist, daß es sich selber Nahrung suchen kann, ganz ebenso kann man sagen, daß wir in jeder Frucht, die wir essen, nicht etwas von der Natur für uns Geschaffenes genießen, sondern wir eignen uns Etwas zu, was dem in der Frucht steckenden Keim gehört, und essen oft dies freilich mit sammt dem Keim auf. In diesem Sinne darf man sagen: Eine jede Frucht ist die Muttermilch für den in ihr liegenden Pflanzenkeim!

Man kann sich durch Versuche hiervon überzeugen.

Wenn man z. B. Gerstenkörner in ein Glas schüttet und mit etwas Wasser übergießt und an einen warmen Ort stellt, so wird man nach einiger Zeit bemerken, daß aus jedem Gerstenkorn ein Pflänzchen herauswächst aus dem einen Ende und ein paar Fäden als Wurzeln aus dem andern Ende. Es ist dies, beiläufig gesagt, die Art, wie der Brauer aus Gerste Malz macht. — Man sieht also, es wächst das Pflänzchen Anfangs ohne Nahrung von außen her, und nur durch das Erweichen seiner Nahrung, des Gerstenkornes, im Wasser. Nicht das Gerstenkorn wird zu einem Halm, sondern nur ein kleiner Keim, der darin steckt, wird ein solcher, und zwar geschieht dies durch eine Kraft, die in ihm steckt und in ihm jahrelang bleibt, wenn er trocken aufbewahrt wird. Die Wärme

weckt gewissermaßen diese schlummernde Kraft zur Thätigkeit auf und wenn das Gerstenkorn, diese Muttermilch des Pflänzchens, zugleich durch Wasser erreicht wird, so ist auch der Nahrungsstoff für den Keim vorbereitet und er beginnt, zur Pflanze zu werden.

Erst wenn diese Muttermilch aufgezehrt ist, dann hat das Pflänzchen die Kraft, sich durch die Wurzeln die Nahrung aus dem Erdboden zu holen; findet es solche nicht, so stirbt es auch ab.

Wenn wir also auf das Leben der Pflanze eingehen, so sehen wir, daß sie vor Allem Wärme und Wasser braucht; allein Wärme ist kein Nahrungsstoff und Wasser allein ist auch kein solcher. Die Wärme ist nur die Erregung zum Leben und das Wasser ist vorerst nur nöthig, damit die Nahrung erweicht wird und eindringen kann in die junge Pflanze. Freilich könnte man sagen: dies ist ja gar keine Chemie. Aber wenn man bedenkt, daß die Chemie eben die Wissenschaft ist, die da lehrt, aus einzelnen Stoffen ein neues ganz anderes Ding zu machen, und wenn man hierbei erwägt, daß die Kraft in diesem Pflänzchen aus einem Keim ein Hälmchen und Wurzeln macht, so wird man doch gestehen müssen, daß dies Chemie ist; wiewohl jeder Chemiker gern zugiebt, daß er ohne Keim nicht ein gleiches Kunststück machen kann.

Wir wollen nunmehr die chemische Werkstatt der Pflanze etwas näher betrachten.

XXXVII. Die chemische Werkstatt der Pflanze.

In der Pflanze ist so recht eine kleine wunderbare **chemische Fabrik; aber das Wunderbarste darin ist, daß die Fabrik selber ein chemisches Produkt ist.**

Die Pflanze erschafft sich selber immerfort auf chemischem Wege. Wenn wir die unbekannte Kraft in der Pflanze uns als den eigentlichen unsichtbaren Chemiker denken, so ist die Pflanze freilich nur eine Art Wohnhaus dieses wundersamen Chemikers; aber immerhin steht soviel fest, daß Alles, was der Chemiker zu Wege bringt, nichts ist, als daß er aus Stoffen, die er von außerhalb der Pflanze hernimmt, die Pflanze macht. Ganz so wie ein menschlicher Chemiker aus Schwefel und Quecksilber Zinnober, schafft der geheime Chemiker aus gewissen Stoffen, die wir sogleich nennen werden, eine Pflanze. Das Dunkle und Wunderbare darin ist nur, daß dieser geheime Chemiker nicht wie der Mensch mit seinen Händen die Stoffe, die er braucht, herbeiholt und sie durch seine Kunst in den Zustand versetzt, durch welchen sie sich verbinden, sondern dieser geheime Chemiker bedient sich eben der Pflanze, so weit sie fertig ist, um durch sie die Stoffe von draußen her zu erhalten und damit die Pflanze noch weiter auszubilden. —

Sehen wir indessen von dem Dunkeln und Unerklärten, das sich hierin vor unsern Augen zeigt, ab, so ergiebt sich jedenfalls Folgendes:

Eine Pflanze ist nichts anderes, als die organisch oder lebend gewordenen todten Stoffe, die sie zu ihrer Nahrung verbraucht hat. — Wenn z. B. ein Chemiker findet, daß eine Pflanze aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht, so hat er das Recht zu sagen: diese Pflanze ist nichts als Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff in einer belebten chemischen Verbindung. Es ist vollkommen richtig, wenn man behauptet, diese todten Stoffe bilden in einer gewissen Verbindung ein lebendiges Ding, das jetzt als Pflanze vor uns steht. Da aber diese ursprünglich todten Stoffe die Nahrung der Pflanze waren,

so ist die Pflanze nichts, als ihre eigne lebendig gewordene Nahrung.

Eigenthümlich aber ist, daß die Stoffe, die zur Nahrung der Pflanze dienen und Pflanze werden sollen, gewissermaßen hierzu chemisch vorbereitet sein müssen, und es nicht genügt, diese Stoffe gesondert einer Pflanze darzubieten. Gesetzt, man wollte eine Pflanze, die Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff zur Nahrung braucht, in eine Flasche hineinlegen, wo diese Stoffe einzeln hineingebracht worden sind, so würde sie darin nicht leben. Die Stoffe, wenn sie einzeln da sind, können nicht zur Speise der Pflanze dienen; sie müssen sich vielmehr unter einander chemisch verbinden, und erst, wenn die Stoffe chemisch verbunden sind, erst dann sind sie zurecht gemacht, um der Pflanze als Nahrung zu dienen.

Schon außerhalb der Pflanze müssen sich Sauerstoff und Wasserstoff chemisch verbunden und Wasser gebildet haben; dann erst dienen sie, oder richtiger das Wasser, zur Erhaltung der Pflanze. Schon außerhalb der Pflanze müssen sich Kohlenstoff und Sauerstoff chemisch verbunden und Kohlensäure gebildet haben, damit diese eine Nahrung der Pflanze werde. Schon außerhalb der Pflanze müssen sich Wasserstoff mit Stickstoff chemisch verbunden und Ammoniak gebildet haben, um ein Speisestoff der Pflanze zu werden.

Wir entnehmen hieraus, daß die Bestandtheile der Pflanzen freilich nur Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff sind; aber wir sehen zugleich, daß die eigentliche Nahrung der Pflanzen chemische Verbindungen dieser Stoffe sind und daß diese Nahrung in drei Dingen besteht, in Wasser, in Kohlensäure und in Ammoniak.

Für die Landwirthschaft also ist es vor Allem von der größten Wichtigkeit, es zu wissen, daß diese Nahrungsmittel

reichlich vorhanden sein müssen in einem Boden, worin Pflanzen gedeihen sollen. Fehlt eines dieser Nahrungsmittel, so stirbt die kräftigste Pflanze ab und die Erhaltung derselben ist nur dann möglich, wenn man künstlich dem Boden diese Stoffe zuführt.

Wir wollen nunmehr die Art und Weise deutlicher machen, wie die Pflanze ihre Speise zu sich nimmt und welche Hauptmittel die landwirthschaftliche Chemie an die Hand giebt, die Speisung der Pflanzen zu erleichtern und so ihr Wachsthum und Gedeihen zu fördern.

XXXVIII. Die Nahrung der Pflanze.

Eine jede Pflanze muß Nahrung zu sich nehmen, sie muß also Speise-Werkzeuge besitzen, durch welche sie, wie Thier und Mensch durch den Mund die Nahrung aufnehmen kann. Allein die Pflanzen haben keinen Mund, sondern sie haben saugende Wurzeln und Luft einathmende Blätter.

Schon der Umstand, daß die Pflanze Stoffe, die sie braucht, durch die Wurzeln aufsaugen muß, ist hinreichend, um begreiflich zu machen, daß sie keine harten Speisen, wie Mensch und Thier, zu sich nehmen kann, sondern der flüssigen Speisen bedarf, um sie zu genießen.

Nun wissen wir, daß der reine Kohlenstoff nicht flüssig ist und nicht flüssig gemacht werden kann. Jede Pflanze aber hat viel Kohlenstoff in sich, wie wir ja alle unsere Kohlen nur aus den Pflanzen gewinnen. Es kann also schon darum die Pflanze den bloßen Kohlenstoff nicht in sich aufnehmen, sondern es muß sich erst außer ihr Kohlensäure bilden, eine Luftart, die aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht. Diese Luftart nimmt die Pflanze durch die

Blätter auf, indem sie sie einathmet und durch die Wurzeln, indem jedes Wasser im Stande ist, Kohlensäure zu verschlucken und das Wasser, welches die Pflanze aufsaugt, auch Kohlensäure in sich hat.

Mit den bloßen Augen können wir zwar nicht sehen, wie es möglich ist, daß die Blätter im Stande sind, Kohlensäure einzusaugen; aber durch starke Vergrößerungsgläser, durch Mikroskope, sieht man ganz deutlich, daß ein Blatt nicht eine feste Masse ist, sondern ein Gewebe einzelner Zellen, in welchen sich Säfte befinden. Dieser Zellensaft ist nicht grün, sondern meist hell und farblos wie Wasser, nur in einzelnen zerstreut liegenden Zellen befinden sich Tröpfchen von grüner Farbe, die man Blattgrün nennt, und die ihre Farbe nur der Einwirkung des Lichts verdanken. Diese Tropfen Blattgrün sind so klein, und stehen so dicht bei einander, daß wir, wenn wir ein Blatt mit bloßen Augen ansehen, meinen, es sei im Ganzen grün. Durch ein starkes Mikroskop aber gesehen, nimmt man wahr, daß große Zwischenräume zwischen einer Farbezelle und der andern sind, weshalb denn auch ein Blattstückchen unter dem Mikroskop ganz anders und keineswegs grün erscheint. Durch solche Mikroskope sieht man auch, daß jedes Blatt eine Unmasse einzelner Spaltöffnungen hat, die wirklich so aussehen, wie ein zum Athmen etwas geöffneter Menschenmund.

Und durch diesen Mund saugt oder athmet die Pflanze den Kohlenstoff ein, der sich in der Luft befindet.

Wie wir bereits mehrfach erwähnt haben, enthält die Luft, in welcher Menschen und Thiere leben, oder wo Pflanzenstoffe in Verwesung übergehen oder verbrannt werden, viel Kohlensäure. Diese Kohlensäure schwimmt in der Luft umher, ohne sich mit ihr chemisch zu verbinden. Man kann diese Kohlensäure auch einfangen. Man braucht

nur ein bischen klares Kalkwasser in ein Glas zu gießen und es an der Luft stehen zu lassen, so wird man schon finden, daß sich oben auf der Flüssigkeit eine weißliche Decke bildet, die später zu Boden fällt. Diese Decke entsteht, indem der Kalk, der im Wasser aufgelöst ist, die Kohlensäure aus der Luft anzieht und eine Schicht von kohlensaurer Kalkerde, also von Kreide bildet, die dann als unlöslich im Wasser zu Boden sinkt.

Man könnte sich nun das Aufnehmen der Kohlensäure durch die Spaltöffnungen der Blätter eben so denken, und zwar müßte man voraussetzen, daß die Blätter an diese Oeffnung immer einen frischen Saft hinsenden, der Neigung hat, sich mit Kohlensäure zu verbinden; allein ganz so kann es wohl nicht sein, weil es eine Thatsache ist, daß die Aufnahme von Kohlensäure und das Aushauchen von Sauerstoff nur beim Tageslicht, im Dunkeln dagegen, also des Nachts, das umgekehrte Verhältniß stattfindet.

Wie dem aber auch sein mag, so steht so viel fest, daß die Pflanzen Kohlensäure einnehmen und Sauerstoff ausgeben, und hieraus folgt, daß in der Pflanze eine Portion Kohlenstoff zurückbleibt, die zum Leben der Pflanze bestimmt ist.

Dies ist die Ernährung der Pflanze durch die Blätter; und diese ist so wichtig, daß ein Baum, der all' seiner Blätter beraubt wird, einen bedeutenden Verlust an Lebenskraft erleidet.

Obgleich nun die Luft aus einem Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff besteht und die Pflanze auch diese Stoffe zu ihrem Unterhalt braucht, nimmt sie doch dieselben nicht durch die Blätter ein. Vielleicht hauptsächlich darum nicht, weil in der Luft der Sauerstoff und der Stickstoff nicht chemisch verbunden, sondern nur durchein-

ander gemengt sind. — Um zu diesen Stoffen zu gelangen, benutzt die Pflanze die Wurzeln.

Wenn die Blattöffnungen gewissermaßen die Nase der Pflanzen sind, durch welche man nur athmen, aber nicht essen kann, so kann man die Wurzeln den Mund der Pflanze nennen, aber einen Mund, der nur trinken oder richtiger, saugen kann. Alle Speisen der Pflanze müssen daher erst in Wasser aufgelöst sein, bevor sie die Pflanze zu genießen vermag.

Da dies bei der Kohlensäure auch der Fall ist, und jedes Wasser kleine Portionen Kohlensäure in sich aufnimmt, so saugt, wie wir bereits erwähnt, auch die Wurzel Kohlensäure ein, weshalb denn ein Baum, dem die Raupen alle Blätter geraubt haben, noch nicht abzusterben braucht. Die Wurzel nimmt aber auch zugleich die übrigen Speisen auf, und von diesem Vorgang wollen wir im nächsten Abschnitte sprechen.

XXXIX. Die Speisung der Pflanze durch die Wurzel.

Das Eindringen der Pflanzennahrung in die Pflanze geschieht, wie bereits erwähnt, hauptsächlich durch die Wurzel, und zwar findet sowohl Wasser wie Ammoniak durch die in der Erde liegende Wurzel den Weg zum Innern der Pflanze.

Wir haben dieses Aufnehmen der ernährenden Flüssigkeit durch die Wurzel eine Art Saugen der letztern genannt, da dies aber leicht ein Mißverständniß hervorrufen kann, so müssen wir uns hierüber deutlicher aussprechen.

Man macht sich im gewöhnlichen Leben die Vorstellung,

daß eine Wurzel das Wasser so aufsauge, wie etwa ein Stück Löschpapier, das man mit einem Ende in Wasser taucht, wo man sofort bemerkt, daß das Wasser sich weiter in das Papier hineinzieht. Man denkt sich gemeinhin, daß das Wasser von der Wurzel aus in die Pflanze hineinsteigt, ebenso, wie wenn man ein Stück weißen Zucker mit einer Ecke in den Kaffee taucht und sofort wahrnimmt, daß die Flüssigkeit in den Zucker hinaufläuft.

Diese Vorstellung ist ganz falsch. Es ist zwar nicht lange her, daß selbst die Gelehrten solche Vorstellung von der Verbreitung der Flüssigkeiten in den Pflanzen hatten; die neuere Wissenschaft indessen ist durch genauere Untersuchungen zu der Ueberzeugung gekommen, daß die Verbreitung der Flüssigkeiten sowohl im Pflanzen- wie im Thierkörper auf ganz anderem Wege vor sich geht.

Sowohl die Pflanzen- wie Thierkörper bestehen aus dicht aneinander gedrängten, ganz kleinen Zellen. Die Wände dieser Zellen sind außerordentlich fein; aber sie sind doch vollkommen geschlossen, so daß kein Kanal von einer Zelle zur andern führt. Jede Zelle ist im natürlichen Zustand mit Flüssigkeit gefüllt, ohne daß eine Oeffnung da ist, wo sie hinein oder herauskommen kann. Dahingegen besitzen gerade die Wände der Zelle die noch nicht hinreichend erklärte Eigenschaft, die Flüssigkeit durch eine Art Ausschwitzung von sich zu geben und dafür durch Einschwitzung eine Flüssigkeit aufzunehmen; und dieses Aus- und Einschwitzen geschieht hauptsächlich zwischen zwei Zellen, sobald die Flüssigkeiten in beiden verschiedenartig sind. Denkt man sich, daß in einer Zelle eine Flüssigkeit eingeschlossen ist, die anders beschaffen als die Flüssigkeit ihrer Nachbarzelle, so findet der Austausch so lange statt, bis beide Flüssigkeiten vollkommen zu gleicher Mischung geworden sind.

Man kann interessante leicht auszuführende Versuche über diese Erscheinung anstellen, und werden wir bei einer anderen Gelegenheit hiervon gern Mittheilung machen. Für jetzt müssen wir uns begnügen darzuthun, daß das Wasser, das in die Wurzel einer Pflanze dringt, sich nicht wie etwa in einem Docht hinaufzieht in die Pflanze, sondern daß dieses Wasser zunächst eine Veränderung der Flüssigkeiten in den Zellen der Wurzel hervorbringt. Diese Veränderung veranlaßt die nächste Zelle, ihre Flüssigkeit mit der veränderten auszutauschen, und so geht die Austauschung von Zelle zu Zelle fort durch die ganze Pflanze, bis die Wirkung des Wassers, das in die Wurzel eingetreten ist, hinaufgelangt bis zum feinsten Blättchen an der Spitze der Pflanze.

In dieser Weise findet in einer Pflanze ein fortwährender Säfte-Austausch statt, und jeder Pflanzentheil erhält statt seiner bereits verbrauchten Flüssigkeit stets neue, sobald nur die Wurzel neues Wasser aufnimmt. Da nun Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht, so gelangen in dieser Weise diese Stoffe in die Pflanze, aus welchen die Pflanze selber sich aufbaut.

Viele und zwar die meisten unserer genießbaren Pflanzen enthalten aber auch noch eine Portion Stickstoff, und obwohl wir wissen, daß die Blätter der Pflanzen Oeffnungen haben, durch welche sie Kohlensäure aus der Luft zu sich nehmen, obwohl nun die Luft zum allergrößten Theil aus Stickstoffgas besteht, so nimmt doch die Pflanze ihren Stickstoff nicht aus der Luft auf, sondern sie bezieht ihn ebenfalls durch die Wurzel und zwar in einer chemischen Verbindung mit Wasserstoff, die man Ammoniak nennt.

Das Ammoniak ist eigentlich ein Gas und es entsteht allenthalben aus thierischen Körpern, die in Verwe-

sung übergehen, und veranlaßt damit den sehr durchdringenden Geruch, der sich hierbei entwickelt. Wasser hat indessen die Eigenschaft, einen außerordentlich großen Theil dieses Gases in sich aufzunehmen, je ein Maß Wasser kann 500 Maße Ammoniakgas aufnehmen, so daß hierdurch die Ammoniakflüssigkeit entsteht, welche in jeder Apotheke zu haben ist.

Der Dünger, der zum großen Theil aus verwesenden Stoffen besteht, entwickelt nun im Boden, mit dem er vermischt worden ist, das Ammoniakgas. Das Regenwasser indessen, das hinzukommt, nimmt dieses Gas in sich auf, und die Wurzeln, die das Wasser in sich aufnehmen, bringen auf diesem Wege den nöthigen Stickstoff in die Pflanze.

XL. Womit und wie man die Pflanzen füttern muß.

Nachdem wir nun gesehen haben, wie die chemischen Stoffe in die Pflanzen hineingelangen, haben wir noch einige andere Stoffe zu betrachten, die gleichfalls Bestandtheile der Pflanzen sind, und dann werden wir sofort auf die eigentlichen Grundsätze der landwirthschaftlichen Chemie in aller Kürze kommen können.

Jedermann weiß, daß wenn man Holz, Stroh oder andre Pflanzenstoffe verbrennt, eine Portion Asche unverbrennlich zurückbleibt. Wo kommt diese Asche her? und woraus besteht diese Asche?

Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff geben keine Asche. Diese Hauptstoffe der Pflanze gehen bei der Verbrennung davon, sie werden alle luftförmig und lassen keinen Rückstand übrig. Die Asche rührt

von anderen Stoffen her, die jede Pflanze in sich haben muß, und dies sind einige Erdstoffe, Kalkverbindungen und Salze.

Die hauptsächlichsten Stoffe, die die unverbrennliche Asche bilden, sind: die metallischen Stoffe Kalium, Natrium, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd, und hierzu kommen noch Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Kohlensäure und Kieselsäure, die mit den erst genannten Metallstoffen chemische Verbindungen eingegangen sind.

Will man nun wissen, welch' ein Boden für eine bestimmte Pflanze tauglich ist, so muß man nicht nur die Hauptstoffe dieser Pflanze, sondern auch deren Asche untersuchen und sehen, welcher Art diese Asche ist. Die Asche vom Weizen ist durchaus verschieden von Kartoffel-Asche, die Asche des Büchenholzes ist anders als die vom Kiehnholze. Jede Art Pflanze hat eine andere Art Asche, die von anderen Stoffen herrührt, und deshalb hat die landwirthschaftliche Chemie große Sorgfalt auf die Untersuchung der Asche von jeder Pflanze verwendet, und ausführliche Angaben sowohl über die Stoffe, wie über die Menge und Mischung derselben gemacht.

Diese Bestandtheile, deren Stoffe wir oben angegeben haben, sind wirkliche Bestandtheile der Pflanzen und nicht eben diesen zufällig beigemischt. Die genauesten Versuche haben gezeigt, daß man nicht im Stande ist, eine Pflanze auf einem Boden zu ziehen, der wohl Stoffe hat, aus welchen später Asche wird, dem aber grade die Stoffe fehlen, welche in der Asche dieser besonderen Pflanze enthalten sind. Und deshalb wird der Boden des Ackerlandes von dem wissenschaftlich gebildeten Landwirthe stets chemisch untersucht, damit er erfahre, welche Saat er diesem bestimmten Boden anvertrauen kann.

Wir können hier nicht die Art, wie man den Boden

chemisch untersucht, angeben. Wir wollen nur soviel sagen, daß es jetzt ausreicht, ein Glas voll Erde aus einem Ackerland zu einem tüchtigen Chemiker zu bringen, um von ihm zu erfahren, welche Pflanze hier gedeihen wird, oder welchen Stoff man künstlich hineinbringen muß in den Boden, um eine gewisse Pflanze mit Erfolg darauf ziehen zu können. — Als Hauptgrundsatz aber steht das Eine fest, daß Asche-Bestandtheile nur durch die Wurzel in die Pflanze gelangen, und da die Wurzel nur Wasser aufnimmt, so müssen alle die Stoffe, die wir eben als die Asche gebenden angeführt haben, in solcher Verbindung in der Erde vorhanden sein, daß sie sich im Wasser auflösen können.

Nach diesen allgemeinen Grundzügen der landwirthschaftlichen Chemie sind wir im Stande, unsern aufmerksamern Lesern manche Erscheinung in der Landwirthschaft zu erklären, die sonst selbst den Landwirthen, die sie täglich vor sich sehen, ein Räthsel war, und manche von den Arbeiten des Landmannes verständlich zu machen, die der ungebildete Bauer verrichtet, ohne den Nutzen noch den Zweck derselben sich deutlich machen zu können.

Vor Allem pflügt der Landmann den Boden; d. h. er lockert ihn auf und wirft die Schollen um, damit das, was früher auf dem Boden war, jetzt unter denselben kommt, und was unten, jetzt obenauf liege. Zu welchem Zweck geschieht dies? Es geschieht, damit der Regen und der Sauerstoff der Luft tiefer in den Boden eindringe, als es im festen Boden möglich ist. Wenn im Boden feste Stoffe vorhanden sind, die zur Speise der Pflanze, die er säen will, dienen können, so helfen sie dem Landmanne nichts. Die Stoffe müssen ja erst im Wasser aufgelöst sein, ehe sie in die Pflanze eintreten können. Nun haben wir schon am Kohlenstoff gesehen, daß er ein fester Körper ist, so lange er allein bleibt, daß er aber luftförmig wird, sobald er

sich mit Sauerstoff verbindet. Befindet sich nun im Boden eines Ackerlandes eine große Masse von Wurzeln vorjähriger Pflanzen, so helfen sie, sobald sie sich nicht schnell im Regenwasser auflösen können, nichts für die Nahrung der neuen Pflanze. Werden aber diese Wurzeln nach oben geworfen, wo Luft und Regen auf sie einwirken, dann gehen sie in Verwesung über oder richtiger, sie verbinden sich meistens mit dem Sauerstoff der Luft und werden dadurch im Wasser löslich, und der nächste Regen, der über das Feld fällt, wird schon getränkt mit Speisestoffen für die neue Pflanze, und sie gedeiht ungleich besser, als wenn der Boden nicht umgekehrt worden wäre.

Die Hauptsache aber bleibt die Düngung des Feldes und die Bedeutung derselben wollen wir nunmehr kennen lernen.

XLI. Die Düngung des Feldes.

Die wichtigste Aufgabe der landwirthschaftlichen Chemie besteht in der genauen Untersuchung des Düngers, in der Erforschung seiner Bestandtheile und in der fortschreitenden Kenntniß von der Wirksamkeit jedes Theiles des Düngers.

Der Unkundige wird es kaum glauben, wenn wir versichern, daß die weltberühmtesten Chemiker unserer Zeit gerade hierauf ihr Augenmerk gerichtet und in der Untersuchung solcher Stoffe, die gewöhnlich Ekel erregend sind, unermüdliche Thätigkeit entwickelt haben. Dafür aber hat die Landwirthschaft schon so viel gewonnen, daß man weiß, welche Stoffe es sind, die dem Dünger eigentlich seinen Werth verleihen, daß schon einzelne Wirthschaften auf einem wissenschaftlichen Fuße eingerichtet sind und ihre Frucht-

barkeit sich ungemein dadurch gesteigert hat. Ja, man darf hoffen, daß mit der Verbreitung chemischer Kenntnisse und deren Anwendung auf die Landwirthschaft die Fruchtbarkeit unserer Felder stets zunehmen werde.

Der natürliche Dünger besteht aus faulenden Pflanzen und in Fäulniß übergegangenen Thierstoffen. Die abgefallenen Blätter der Bäume, das Kraut vieler Pflanzen und die in der Erde liegenden Wurzeln bestehen aus denselben Stoffen, aus denen die Natur neue Pflanzen schaffen kann; aber sie müssen, wie wir bereits wissen, zu diesem Zwecke im Wasser auflöslich, und damit sie das werden, müssen sie in Fäulniß übergegangen sein und sich zu einer schwarzen Masse verwandelt haben, die man Humus nennt. Es wird schon Jedermann beobachtet haben, wie ein Blatt im Herbst, wenn es abgefallen ist, anfängt braun zu werden, endlich schwarz und dann krümlicht wird, so daß es in Staub zerfällt, der vom Regen weggespült und der Erde beigemischt wird. Ganz in derselben Weise geschieht es mit allen Pflanzenresten, und diese Fäulniß, dieses Rückkehren zu den Urstoffen ist die Quelle eines neuen Pflanzenlebens, denn die neue Saat wird von jenen Stoffen der alten Pflanzen gespeist.

Aber eine Pflanzenspeise ist es, die dem Humus hauptsächlich fehlt, und diese ist darum für uns von großer Wichtigkeit, weil dieser Stoff dem thierischen Leib ganz unumgänglich nöthig ist. Und dieser Stoff ist der Stickstoff. —

Wir haben es bereits erwähnt, daß ein großer Theil der Pflanzen nur aus den drei Stoffen, Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht; dahingegen ist in Thieren und Menschen der Stickstoff ein Hauptbestandtheil, und deshalb haben diejenigen Pflanzen, die auch Stickstoff enthalten, die größte Wichtigkeit für Thiere und Menschen.

Weshalb sättigen Obst- und Gemüse-Arten den Menschen so wenig, und warum muß er zu seiner Hauptnahrung gerade Getreide und Hülsenfrüchte haben? — Es rührt dies daher, daß in Obst- und Gemüse-Arten der Stickstoff meist ganz fehlt, im Getreide und in Hülsenfrüchten aber der Stickstoff in reicherem Maße vorhanden ist. Da aber das Fleisch unseres Leibes stickstoffhaltig ist, so müssen wir, um dasselbe stets neu zu bilden, auch stickstoffhaltige Stoffe genießen. Und daher rührt die Wichtigkeit der stickstoffhaltigen Pflanzen, deren Erziehung eigentlich die Hauptaufgabe der Landwirthschaft ist.

Soll aber eine stickstoffhaltige Pflanze, soll Getreide oder Hülsenfrucht gedeihen, so muß sie im Boden Stickstoff vorfinden, und dieser ist im Humus, in den verfaulten Pflanzenresten nicht oder in nur geringem Maße vorhanden; er muß vielmehr dem Boden zugebracht werden, und zwar durch in Fäulniß übergegangene Thierstoffe. Und das ist es, was den sonst Ekel erregenden Abgängen von Thieren und Menschen den hohen Werth für die Landwirthschaft verleiht, so daß das, was wir nicht schnell genug aus den Häusern und Städten entfernen können, von den Landwirthen als kostbarer Stoff auf die Felder gebracht wird.

Der Stickstoff ist in dem Dünger aus Thierabgängen in jener Form vorhanden, die wir bereits erwähnt haben, nämlich in der Verbindung mit Wasserstoff, als Ammoniak. Das Ammoniak, das vom Regenwasser aufgesogen wird, gelangt durch die Wurzel in die Pflanze, und hierdurch bietet der Thier- und Menschendünger in leichter Weise der Pflanze eine Speise dar, die sonst in der Natur zwar sehr reichlich vorhanden ist, aber nicht in der Form, in welcher sie im Wasser sich auflösen kann.

Und hier gerade ist es, wo die wissenschaftliche Land-

wirthschaft ganz außerordentliche Erfolge erzielt hat. Seit unendlichen Zeiten hat man das Feld gedüngt, aber so lange man nicht wußte, was denn im Dünger so wohlthätig wirkt, hat man den Dünger nicht durch ein anderes Mittel ersetzen können. Die Landwirthe waren genöthigt, stets einen großen Viehstand zu halten, damit sie Dünger für ihre Felder haben, und die Frucht ihrer Felder mußte wiederum dienen, um den Viehstand zu erhalten. — Seitdem man aber weiß, daß es nur hauptsächlich das Ammoniak ist, das auf die Felder so wohlthätig einwirkt, hat man angefangen, andere Düngmittel zu suchen, die reich an Ammoniak sind, ohne daß sie mit so viel Unbequemlichkeit verbunden sind, wie die Pflege und Verarbeitung des Düngers.

Die gemahlenen Knochen, das Rapsmehl und der Guano sind jetzt die Düngmittel in wissenschaftlich getriebenen Landwirthschaften. In England sind diese Düngmittel, die sehr reich an Stickstoff sind, sehr gebräuchlich; in Deutschland zeichnet sich Sachsen dadurch aus, indem daselbst die größeren Wirthschaften schon seit zwanzig Jahren mit diesen neuen bequemen, keinen Viehstand erfordernden, Mitteln düngen, und nach dem Zeugniß der gebildetsten Sachkenner stets einen steigenden Ertrag in ihrer Ernte erzielen, der bei dem gewöhnlichen Dünger nicht möglich gewesen wäre. —

XLII. Die wissenschaftliche Untersuchung des Düngers.

Aber nicht nur einen Ersatz des gewöhnlichen Düngers wußte die landwirthschaftliche Chemie ausfindig zu machen, sondern sie hat auch eine wissenschaftliche Behand-

lung des bisherigen Düngers gelehrt, und wenn diese Lehre nur erst wird im Bauernstand um sich gegriffen haben, dann wird die Einnahme des Landmannes sich erhöhen, der Speisestoff billiger werden und auch die Gesundheit der Menschen sich wesentlich verbessern.

Es ist nämlich eine Eigenschaft des natürlichen Düngers, daß er erst dann wirksam auf die Pflanze ist, wenn er in Fäulniß übergegangen ist. Dadurch entsteht dann der widerwärtige Geruch, der die Luft verpestet; denn das Ammoniak, die eigentliche werthvollste Pflanzenspeise, ist ein Gas, das in der Luft verfliegt. Hierdurch aber entsteht nicht nur oft Erkranken von Thieren und Menschen, besonders in warmer, trockener Jahreszeit, sondern der Dünger verliert dabei seine eigentliche Nährkraft für die Pflanzen und liefert, auf das Feld gebracht, eine nur spärliche Ernte.

Die Bauern haben das unschickliche Sprichwort: „was stinkt, das düngt!" und freuen sich, wenn der Dünger einen recht stechenden Geruch hat, aber sie wissen nicht, daß dieses üble Spichwort ihnen auch viel Uebel verursacht und großen Schaden zufügt. Es ist ganz richtig, daß gerade derselbe Stoff, der so eindringlich widerlich im Geruch, das wirkliche Düngmittel ist; aber gerade das, was schon gerochen wird, das ist in die Luft verflogen und düngt nicht mehr. Der übelriechende Dünger verliert mit jedem Augenblick seinen Werth, sein Ammoniak verfliegt und es bleiben nur die Reste übrig, die wohl Asche, aber nicht Nahrung den Pflanzen darbieten.

Die landwirthschaftliche Chemie hat nun ein einfaches Mittel diesen Uebeln abzuhelfen, und es wird dasselbe auch von gebildeten Landwirthen, namentlich in England angewandt, so daß der Dünger dort nicht riecht, aber dafür vortrefflich düngt. Der gebildete Landwirth begießt den

Dünger mit Schwefelsäure; dadurch bildet sich das geruchlose schwefelsaure Ammoniak, das als ein chemisches Salz auch in unseren Apotheken zu haben ist. Dieses Salz löst sich mit Leichtigkeit im Wasser auf und liefert den Pflanzen nicht nur eine reichliche Ammoniak-Speise, sondern auch Schwefel, der ebenfalls ein Bestandtheil der nährenden Fruchtarten ist, und hierbei ist außerdem noch der Vortheil, daß durch diese Lösung noch andere Stoffe des Düngers oder des Bodens, die sonst unlöslich bleiben, jetzt sich leichter im Regenwasser auflösen.

Es ist eine wissenschaftlich ganz ausgemachte Thatsache und sie wird von der englischen Landwirthschaft bestätigt, daß durch Aufwand von einem einzigen Groschen für Schwefelsäure der Dünger um fünf Groschen mehr werth wird, als wenn man ihn ohne Schwefelsäure läßt.

Man sollte kaum glauben, daß solch eine leichte Lehre, gestützt auf gute und gründliche Erfahrungen, so schwer Eingang bei den Bauern finden könne, und doch ist es der Fall. Der ungebildete Bauer ist von einem Eigensinn und Dünkel besessen, der sehr schwer zu bekämpfen ist, der leider aber ihm zum Schaden und der Menschheit zum Nachtheil gereicht.

Aber nicht nur den Eigensinn des Bauern allein haben wir zu beklagen, sondern auch in den Städten ist der Sinn für wissenschaftliche Chemie noch sehr unausgebildet, und gerade in Bezug auf den Dünger sehen wir selbst gebildete Hauswirthe ein Mittel der Chemie verschmähen, das ihr Haus vor verpestendem Geruch bewahren und den Werth ihrer Mistgruben erhöhen kann.

Das Eisenvitriol, eine Verbindung von Eisenoxyd und Schwefelsäure, ist ein vortreffliches Mittel, den Geruch der Abtritte vollkommen zu vernichten. Während die Schwefelsäure nur das Ammoniak geruchlos macht, wird

durch das Eisenvitriol auch der weit ekelhaftere Geruch des Schwefelwasserstoffs, der nach faulen Eiern riecht, vernichtet. Hierdurch aber entsteht eine wesentliche Verbesserung des häuslichen Düngers, und die Hauswirthe würden, wenn sie nur die Probe machen wollten, schon die Bauern zur Ueberzeugung bringen, daß der nichtriechende Dünger der bessere ist, weil er seine eigentliche Nährkraft nicht in die Luft sendet, sondern der Pflanze abgiebt. — Die Erfahrungen haben gelehrt, daß durch solche vernünftige Behandlung des Düngers ein Getreideland nahe um ein Drittel mehr Frucht bringt, und Grasland sogar eine fünfmal bessere Ernte lieferte, als bei gewöhnlichem Dünger.

Freilich giebt es schon gebildete große Gutsbesitzer, die der landwirthschaftlichen Chemie Ehre machen und dabei reichlichen Gewinnn erzielen. Sie setzen, wenn nicht Schwefelsäure, so doch wenigstens Gips zur Düngung, da der Gyps, der eigentlich schwefelsaurer Kalk ist, ähnliche Wirkungen hervorbringt; allein so lange die landwirthschaftliche Chemie nicht bis zu den Bauern hinabdringt, so lange ist ein wesentlicher Gewinn für das gesammte Volk nicht zu erwarten.

Die allgemeine Belehrung des Landvolkes ist daher von der größten Wichtigkeit für die Menschen, und diese Belehrung, die wir hier freilich nur in aller Kürze anführen konnten, ist eben nur durch die Verbreitung chemischer Kenntnisse möglich.

XLIII. Die Entdeckung neuer Stoffe.

Nachdem wir unsern Lesern in das Wesen der neuern landwirthschaftlichen Chemie einen Einblick verschafft haben,

werden sie sicherlich den Nutzen der Pflege der organischen Chemie nicht mehr bezweifeln und wir wollen jetzt die zwei andern Hauptaufgaben der Chemie kennen lernen, um auch deren Bedeutung einmal zur allgemeinen Kenntniß zu bringen.

Wir haben bereits erwähnt, daß es die zweite Hauptaufgabe der organischen Chemie ist, aus den Pflanzen- und Thierstoffen, die außerordentlich mannigfaltig sind, neue chemische Stoffe zu entdecken; neue Stoffe, die dann durch die Kunst und die Wissenschaft für die Menschheit nutzbar gemacht werden können.

Es ist rein unmöglich, die Zahl der neuen Stoffe, die bereits entdeckt sind, auch nur entfernt anzugeben. Wollte man auch nur die Namen all' der Stoffe und ihrer Verbindungen anführen, die seit den letzten Jahren entdeckt worden sind, so würden sie schon in die Tausende hineingehen. Ein Chemiker, der ein Jahrzehnt nicht auf den Fortschritt dieser Wissenschaft geblickt hat, würde erschrecken vor all' dem großen Material, das er plötzlich vorfände und nun zu studiren hätte.

Wir haben schon gesagt, daß die Zahl der neuen Stoffe so groß ist, daß die Sprache verlegen ist, ihnen allen Namen zu geben, und man sich jetzt schon mit sehr künstlichen Mitteln behelfen muß, um die Stoffe ähnlicher Gattung genauer von einander zu unterscheiden.

Als ein kleines Beispiel von vielen unzähligen Beispielen wollen wir Folgendes anführen. Jeder unserer Leser kennt den Steinkohlentheer, mit welchem man die Dorn'schen Dächer oder Holz überzieht, um sie gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen. Aus diesem Theer kann man ein Oel ziehen, wonach ein Stoff übrig bleibt, den man künstlichen Asphalt nennt und der zum Straßenpflaster dient. Aus diesem Theer sind aber noch ganz an-

dere Stoffe gewonnen worden, die selbst dem Namen nach den Lesern unbekannt sein werden. Man gewinnt aus ihm Kyanol, Pyrrol, Leukol, Karbolsäure, Kieselsäure, Brunolsäure, Naphtalin und noch mehrere andere Stoffe. Von diesen Stoffen ist das Naphtalin ein kampferähnlicher Körper, der wieder der Stammvater einer großen Masse neuer Stoffe ist. Durch Einwirkung von Salpetersäure gewinnt man aus dem Naphtalin eine große Reihe neuer Stoffe, die in ihrer Wirkung und Natur sehr verschieden sind und aus deren Reihe wir nur folgende hervorheben: Nitro-Naphtalase, Nitro-Naphtalese, Nitro-Naphtaleise, Nitro-Naphtalise, Nitro-Naphtale, Nitro-Naphtalesinsäure, Nitro-Naphtaleseinsäure, Nitro-Naphtalisinsäure, Photelsäure, Photalmide u. s. w. — In Verbindung mit Chlor macht das Naphtalin nochmals die Reihe der Verwandlungen zu einem Dutzend neuer Stoffe durch, und jedem dieser Stoffe steht noch das Schicksal bevor, ein Stammstoff für viele Dutzend anderer neuer Stoffe zu werden.

Es läßt sich voraussehen, daß das Gebiet der Entdeckungen neuer Stoffe ganz unbegrenzt ist und es nicht nur an Worten, sondern bald an Vokalen fehlen wird, um jedem neuen Stoff, der in der Zukunft noch entdeckt wird, seinen Namen zu geben. — Diese Mannigfaltigkeit aber herrscht nur in der organischen Natur, obwohl sie meisthin nur aus den vier Urstoffen besteht, mit welchen wir unsern Abschnitt begonnen haben, aus Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff.

Freilich könnte man fragen: welchen Nutzen gewähren diese neuen Stoffe? Wie viele von ihnen wußte man schon zum Wohl der Menschheit zu verwenden? Was kümmert es uns, wenn die neuen Stoffe die Laboratorien der Chemiker füllen, sobald sie noch nicht für gewisse Zwecke brauchbar geworden sind?

Allein jeder Einsichtige wird hierauf antworten, daß erstens viele neue Stoffe wirklich Verwendungen gefunden haben, in denen kein andrer Stoff sie ersetzen kann. Wir haben beispielsweise schon einen neuen Stoff, die Pyro-Gallussäure angeführt, die schon längere Zeit bekannt, aber nicht nutzbar gemacht worden war, bis man vor etwa zehn Jahren ihren unvergleichlichen Nutzen für die Photographie erkannte. Auch das Jod war seiner Zeit ein neuer Stoff, den man nicht zu verwenden wußte, und jetzt ist seine Verwendung so bedeutend, daß er von Jahr zu Jahr theurer wird. — Ganz in derselben Weise wird es auch mit vielen anderen neuen Stoffen gehen, wenn man nur ihre Eigenschaften wird genauer kennen lernen. Ja, man kann mit Sicherheit sagen, daß mancher neue Stoff, der jetzt nur der Merkwürdigkeit wegen und des wissenschaftlichen Interesses halber in den chemischen Werkstätten des Gelehrten hergestellt wird, ein Fabrikationszweig zu werden bestimmt ist, der viele hundert Menschenhände beschäftigen, viele Familien ernähren wird. —

Um noch ein Beispiel hierfür anzuführen, wollen wir eines zweiten chemischen Erzeugnisses erwähnen, das gleichfalls ein nothwendiger Artikel für den Photographen ist. Als vor zwanzig Jahren die Lichtbilder erfunden wurden, war man nicht im Stande solche Bilder vor der Einwirkung des Tageslichtes zu schützen, so daß man sie nur Abends bei Lampenlicht ansehen und anstaunen konnte. Da wurde denn die weitere Entdeckung gemacht, daß ein Salz, und zwar eine Art halbfertiges Glaubersalz, das unterschwefligsaure Natron die Bilder vor weiterer Licht-Einwirkung schütze. Dieses Salz, das man sonst nur in chemischen Laboratorien als Gelehrten-Rarität darstellte, kostete damals an zwei Thaler das Loth; jetzt wo man es allgemein anwendet, ist es ein großer Handels-Artikel ge-

worden und man fabrizirt es in solcher Masse, daß das Pfund nur sechs Silbergroschen kostet.

Wir haben schon bei der landwirthschaftlichen Chemie gesehen, daß die Praxis sich noch nicht der Vortheile der neuen Entdeckungen zu bemächtigen versteht; wir können dies in weit, weit größerem Maße von der Entdeckung neuer Stoffe sagen. Die Aufgabe der Chemiker ist es, diese zu finden, und sie arbeiten rüstig daran; sie nutzbar zu machen, ist Aufgabe der Welt der Arbeiter, der Künstler, der Technologen, der Polytechniker, und diese — das müssen wir sagen — halten in ihren Fortschritten, die wahrlich bedeutend sind, mit der chemischen Wissenschaft nicht gleichen Schritt.

Darum aber gebührt der chemischen Wissenschaft die Ehre und besondere Vorliebe des Volkes.

XLIV. Die freiwilligen Veränderungen der Pflanzenstoffe.

Die interessanteste Aufgabe der organischen Chemie, die wir unsern Lesern noch vorführen wollten, ist die Beobachtung, die Erforschung und die Anordnung der freiwilligen Veränderungen, welche hauptsächlich die Pflanzenstoffe annehmen, wenn sie verschiedenen Einflüssen ausgesetzt sind.

Um dies deutlicher zu machen, wollen wir die bekannt Thatsache anführen, daß es viele Früchte giebt, die ihre Beschaffenheit bedeutend verändern, wenn man sie ruhig liegen läßt. Viele Aepfelsorten, die in frischem Zustande sauer und hart sind, werden erst genießbar, wenn sie einige Monate gelagert haben. Man sollte kaum glauben, daß dies auch Chemie ist, aber es ist in Wirklichkeit ein chemischer

Vorgang, der in dem Apfel stattfindet. Mohrrüben werden, wenn sie lange liegen, holzig, das ist auch ein chemischer Vorgang, denn es ist ja die Umwandlung eines Stoffes in einen andern. Mit den Kartoffeln geht gleichfalls eine wichtige Umwandlung vor, wenn man sie liegen läßt. Wir wollen diese freiwilligen Verwandlungen einmal näher kennen lernen, denn wir werden später sehen, welch' wichtige Resultate man daraus zieht.

Die Kartoffeln haben einen Hauptbestandtheil von Stärkemehl, welches eigentlich der Kartoffel ihren Werth giebt; aber sie hat nicht zu allen Zeiten einen gleichen Reichthum davon. 100 Pfund Kartoffeln haben im August 10 Pfund Stärkemehl in sich, im September steigt der Mehlgehalt und 100 Pfund von derselben Kartoffelsorte haben in diesem Monat schon 14 Pfund Stärkemehl in sich. Im Oktober wird die Kartoffel noch besser; 100 Pfund Kartoffeln enthalten dann 15 Pfund Stärke; im November hat sie 16 Pfund; im Dezember 17 Pfund; im Januar 17 Pfund; im Februar 16 Pfund; im März 15 Pfund; im April 13 Pfund; im Mai 10 Pfund. Im Juni und Juli werden sie weich, schleimig und süß von Geschmack. Ja, schon im Frühjahr fangen sie an, Wurzeln auszustecken und werden bartig oder richtiger auswüchsig.

Das Alles sind chemische Veränderungen des Inhalts der Kartoffeln, und dies wird nun Jedermann zur Ueberzeugung bringen, daß in den Pflanzenstoffen etwas ganz Eigenes vorgeht, selbst wenn man mit ihnen nichts vornimmt und sie scheinbar ganz ruhig liegen bleiben.

Dies alles zu beobachten, ist die interessante Aufgabe der Chemiker; aber das Interessante ihrer Aufgabe wird von dem Nutzen weit überwogen, den uns ihre Erforschungen dieser Thatsachen bringen.

Der Chemiker zerlegt nicht nur jede Pflanze und jede

Frucht und lernt dadurch, woraus die Natur diese Dinge aufgebaut hat, sondern er erforscht auch die Veränderungen, welche mit der Pflanze oder deren einzelnen Theilen oder Früchten vorgehen, wenn man sie sich selber überläßt, wenn man sie im Wasser weicht, wenn man sie der Wärme aussetzt, wenn man sie dem Licht ausstellt oder sie im Finstern läßt, wenn man sie mit andern Stoffen in Berührung oder Mischung bringt. Mit einem Worte: der Chemiker studirt auf's Fleißigste die große Reihe von freiwilligen und künstlichen Umwandlungen, die ein Pflanzenstoff durchmacht vom Augenblicke an, wo man ihn von der Wurzel abschneidet, bis zu dem Moment, wo er ganz zerfallen und wieder in die Urstoffe verwandelt ist, aus denen er einst von der Natur aufgebaut worden.

All' das, was man im gewöhnlichen Leben: Brennen, Sengen, Verkohlen, Modern, Faulen, Verwesen, Gähren, Gerinnen, Dumpfigwerden, Schalwerden, Sauerwerden, Verbleichen, Verschießen und Zerfallen nennt, das Alles sind chemische Veränderungen der organischen Stoffe, deren Kenntniß von der größten Wichtigkeit ist; denn nur durch diese Vorgänge, die theils freiwillig, theils künstlich eintreten, erhält man Veränderungen der Pflanzenstoffe, aus denen die nützlichsten Dinge der Welt gemacht werden.

Um die Wichtigkeit dieser Vorgänge, deren Studium und Anwendung für praktische Zwecke zu zeigen, wollen wir wieder die Kartoffel als Beispiel nehmen und einmal in aller Kürze darthun, wie und auf welchem Wege man durch solche Veränderungen aus der Kartoffel Mehl machen kann; aus dem Mehl Gummi; aus dem Gummi Dextrin; aus dem Dextrin Zucker; aus dem Zucker Spiritus; aus dem Spiritus Essig. Unsere Leser werden hieraus ersehen, wie viel Brauer, Brenner und Fabrikanten

der verschiedensten Zweige, wie viel überhaupt die Welt, die Fabrikate der Art benutzt, der Chemie zu verdanken hat.

Wenn wir aber versichern, daß all' die Veränderungen und deren Studium noch geringfügig genannt werden dürfen gegenüber den praktischen Folgen der chemischen Studien im Ganzen, so wird es Jedermann einleuchten, daß die Chemie zu den Wissenschaften gehört, die Niemandem in der Welt mehr unbekannt sein dürfen, der auf einen, wenn auch nur geringen Grad der Bildung Anspruch machen will.

XLV. Die Verwandlungen einer Kartoffel in Mehl und Stärke.

Um die Verwandlungen kennen zu lernen, welche die chemische Kunst durch geeignete Behandlung der Pflanzen hervorzubringen vermag, wollen wir nunmehr die Verwandlungen der bei uns so wichtig gewordenen Kartoffel, aus der man fast Alles machen kann, vorführen.

Einige kleine Versuche, die man sehr leicht selbst anstellen kann, werden unsern Lesern hoffentlich willkommen sein. —

Man schneide einige abgeschälte rohe Kartoffeln in dünne Scheiben und übergieße sie mit Wasser, in welches man etwas Schwefelsäure gemischt hat. Das Wasser braucht nur schwach angesäuert zu sein, so daß auf ein Loth Wasser vier Tropfen Schwefelsäure vollkommen ausreichen.

Läßt man die Kartoffelscheiben durch 24 Stunden in diesem angesäuerten Wasser stehen, so ist mit ihnen eine chemische Verwandlung vorgegangen, die wir sogleich kennen lernen werden. Man gieße jetzt das gesäuerte Wasser ab und spüle die Kartoffelscheiben mit reinem Wasser so

lange, bis jede Spur von Säure verschwunden ist. Läßt man nun die Kartoffelscheiben in einer mäßig warmen Ofenröhre vollkommen abtrocknen, so sind die Kartoffelscheiben zerreiblich geworden und bilden das bekannte Kartoffelmehl.

Die Kartoffel wird in dieser Weise in Mehl verwandelt. Aus einer Berechnung des verdienstvollen Naturforschers Professor Magnus in Berlin folgt zwar, daß eine solche Umwandlung als Gewerbe im Großen nicht lohnend ist; jedoch in kleinen Wirthschaften, wo man dergleichen als Nebenbeschäftigung treiben kann, wird diese Operation vielfach vorgenommen, und man verdankt derselben das für Backwerke und in Haushaltungen sehr beliebte Kartoffelmehl, das man in den Mehlhandlungen käuflich haben kann.

Die Verwandlung, die hier mit der Kartoffel vor sich gegangen ist, besteht darin, daß sowohl das Pflanzen-Eiweiß der Kartoffel wie die Pflanzenfaser und ein Farbestoff, den sie enthält, im angesäuerten Wasser aufgelöst worden sind. Da man nun dies Wasser fortgespült hat, so blieb von der Kartoffel nur ihr werthvoller Hauptbestandtheil, das Stärkemehl, übrig.

Was dieses Mehl von Weizenmehl unterscheidet, ist, daß im Weizenmehl ein großer Reichthum von Kleber vorhanden ist, einem nahrhaften klebrigen Stoff, der mit dem Eiweiß in seiner Zusammensetzung vollkommen übereinstimmt, weshalb sich auch Weizenmehl klümperig, während sich das Kartoffelmehl trockenstaubig anfühlt.

Durch geeignete Behandlung verwandelt man das Kartoffelmehl in die gewöhnliche Stärke, die man zur Wäsche benutzt. Angefeuchtet und unter stetem Umrühren gelind erhitzt, erhält man aus der Stärke harte hornartige Krümelchen, die man Sago nennt, weil sie die

größte Aehnlichkeit mit der echten Sago haben, welche aus Stärkemehl bereitet wird, das sich im Marke mancher Palmbäume Indiens befindet. Die unechte Sago schwillt wie die echte mit kochendem Wasser übergossen auf und bildet glasartige weiche Kügelchen, die ein beliebter Zusatz zur Fleischbrühe sind.

Daß man aus der Stärke Kleister bereitet, weiß jede Hausfrau. Hierbei saugen die Stärkekörnchen das heiße Wasser ein und schwellen auf; weniger bekannt dürfte es den Hausfrauen sein, daß unser Reis und Gries ihr Aufschwellen und Kleistrigwerden während des Kochens gleichfalls nur der Stärke verdanken, welche in diesen Speisestoffen vorhanden ist.

Eine bedeutende chemische Veränderung geht in dem Kleister vor sich, wenn man ihn längere Zeit an einem warmen Orte stehen läßt. Er wird nach und nach dünn und sauer und bildet endlich eine Säure in sich aus, die man Milchsäure nennt, denn es ist dieselbe Säure, welche sich beim Sauerwerden der Milch erzeugt. — Auf chemischem Wege kann man die Milchsäure herausziehen und in einen festen Körper verwandeln und in Verbindung mit andern Stoffen eine große Reihe chemischer Körper aus ihr bilden.

Nicht minder läßt sich die Stärke auf verschiedene Weise in einen andern Körper verwandeln und zwar zunächst in Gummi.

Erhitzt man etwas Stärke in einem Blechlöffel, während man stets umrührt, damit die Stärke nicht anbackt oder anbrennt, so verwandelt sie sich in Gummi, dessen Verwendung zu vielen Zwecken, namentlich als Verbindungs- und Klebemittel bekannt genug ist. Sie nimmt hierbei eine Eigenschaft an, die sie früher nicht hatte. Während die Stärke in kaltem Wasser sich nicht auflöste,

löst sich der Gummi vollkommen darin auf, und man sieht hieraus, wie die Wärme allein die Eigenschaft eines Körpers vollständig umkehren und aus einem Stoffe einen ganz andern zu machen vermag.

Wir haben all' die bisherigen Verwandlungen nur angeführt, um vorerst die reichhaltigen Veränderungen zu zeigen, die der Hauptstoff der Kartoffel, das Stärkemehl, erleiden kann; wir wollen aber jetzt zu dem interessanteren Theil der Veränderungen übergehen und zwar zur Verwandlung der Stärke in Zucker.

XLVI. Die Verwandlung der Kartoffel in Zucker.

Die Verwandlung der Kartoffelstärke in Zucker ist ebenso interessant wie lehrreich.

Man kann diese Verwandlung sehr leicht vollbringen und zwar in folgender Weise:

Man lasse circa fünf Loth Wasser, in welches man zwanzig Tropfen Schwefelsäure gegossen hat, lebhaft kochen, und schütte theelöffelweise während des Kochens etwa zwei Loth Stärke hinein, die man mit wenig kaltem Wasser zu einem Brei angerührt hat. Das Einschütten des Stärkebreies muß so geschehen, daß hierbei das Sauerwasser nicht aus dem Kochen kommt. Wenn alle Stärke eingeschüttet ist, so lasse man die Mischung noch einige Minuten aufkochen. Nunmehr nehme man sie vom Feuer und schütte in kleinen Portionen Schlemmkreide hinein, bis jede Spur von Säure in der Flüssigkeit geschwunden ist. —

Ist dies der Fall, dann filtrire man die Mischung und koche die klare Flüssigkeit so lange, bis sie stark ein-

dampft. Man wird nun finden, daß aus der Flüssigkeit Syrup geworden ist.

Durch ein geeignetes Verfahren, das man im Kleinen nicht gut nachmachen kann, ist man im Stande, den braunen Syrup in Kandiszucker, in gelben Kochzucker und weißen Stückenzucker zu verwandeln. Die Darstellung des Zuckers aus Stärke geschieht in großen Fabriken und bildet jetzt einen großen Nahrungszweig für viele Menschen.

Das Interessante dieses Versuches ist außerordentlich lehrreich.

Untersucht man den Zucker oder den Syrup, so findet man in ihm weder Schwefelsäure noch Kreide. Beide Stoffe, Schwefelsäure und Kreide, sind nämlich beim Filtriren in dem Bodensatz zurückgeblieben. Beide Stoffe haben ihre Dienste geleistet und haben mit dem Syrup und Zucker nichts mehr zu thun. Worin aber diese Dienste bestanden haben, das ist eben die Frage, die sich die Wissenschaft zu stellen hat und welche wir nunmehr beantworten müssen.

Die Stärke sowohl wie der Zucker sind organische Stoffe, die beide ein und dieselben Bestandtheile haben. Stärke besteht aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, und Zucker besteht gleichfalls aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff. Aber nicht nur ihre Bestandtheile sind ganz gleich, sondern sie haben von jedem dieser Stoffe auch gleiche Portionen. Genau so viel Sauerstoff und Wasserstoff und Kohlenstoff in einem Pfund Zucker steckt, ganz genau eben so viel Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff stecken in einem Pfund Stärke.

Warum aber bilden diese Stoffe in dem einen Fall Stärke und weshalb bilden eben dieselben Stoffe in ganz gleichem Mengen-Verhältniß in dem andern Fall Zucker?

Man kann sich dies nicht anders erklären, als daß man annimmt, daß in der Stärke diese Stoffe anders zu einander gelagert sind, als in dem Zucker. In der Stärke kann beispielsweise immer ein Atom Wasserstoff in der Mitte zwischen einem Atom Sauerstoff und einem Atom Kohlenstoff liegen, während im Zucker immer ein Atom Sauerstoff oder Stickstoff die Mitte zwischen den beiden andern Stoffen einnimmt. Die Verschiedenheit, wie diese Stoffe zu einander gelagert sind, bringt eine Verschiedenheit der Dinge hervor. In der einen Art der Lagerung bekommt die chemische Verbindung der Stoffe alle Merkmale und Eigenschaften der Stärke, in der andern Art erhalten die verbundenen Stoffe die Merkmale und Eigenschaften des Zuckers.

Zwar läßt kein noch so starkes Vergrößerungsglas, kein noch so kräftiges Mikroskop irgend wie diese Lagerung der Atome oder die Atome selber erkennen; allein es sind die wichtigsten und sprechendsten Anzeichen vorhanden, daß diese verschiedene Lagerung der Atome überhaupt die Verschiedenheit aller Körper von gleichen Bestandtheilen ausmacht, wenigstens steht so viel fest, daß diese Annahme die genügendsten Aufklärungen über eine große Reihe chemischer Räthsel giebt.

In diesem Sinne kann man sagen: Stärke und Zucker sind eins und dasselbe; in der Stärke liegen nur die Bestandtheile etwas anders geordnet, als im Zucker. —

Ist dies aber richtig — und hierfür sprechen außerordentlich viel Thatsachen — so erklärt man sich die Einwirkung der Schwefelsäure auf die Stärke dahin, daß die Schwefelsäure die Eigenschaft besitzt, die Bestandtheile der Stärke anders zu lagern, anders zu ordnen, und zwar in jener Weise zu ordnen, wonach dieselben Stoffe sich zu Zucker umbilden.

Freilich ist dies eine Erklärung, für die nur die Er-

fahrung spricht; die Wissenschaft gesteht selber, daß sie das was eigentlich in der Stärke vorgeht, wenn zu ihr Schwefelsäure kommt, noch nicht kennt. Sie sieht und benutzt die Wirkung, ohne das Geheimniß derselben bisher völlig erforscht zu haben. — Aber so viel steht fest, daß es die Schwefelsäure ist, deren Gegenwart so wirkt, und daß eigentlich die Stärke schon Zucker geworden war, noch ehe man die Kreide hineingethan hatte.

Was für eine Rolle aber spielte hierbei die Kreide?

Die Kreide sollte, wie wir sogleich zeigen werden, nur die Schwefelsäure, die ihren Dienst geleistet hatte, einfangen, um mit der Kreide aus der Mischung hinausgeworfen werden zu können.

XLVII. Die Dienste der Schwefelsäure oder des Malzes.

Die Rolle, die die Kreide in dem im vorhergehenden Abschnitt erwähnten Versuch spielt, läßt sich leicht einsehen, wenn man der eigentlichen Bestandtheile der Kreide sich erinnert, die wir bereits erwähnt haben.

Wie wir bereits gezeigt, verwandelt sich Kalkwasser schon in Kreidewasser, sobald man durch ein Glasrohr Luft hineinbläst. Die Kohlensäure, die wir ausathmen, hat eine Neigung, sich mit Kalk zu verbinden und kohlensauren Kalk zu bilden. Kreide aber ist nichts anderes als kohlensaurer Kalk. Es hat aber der Kalk eine noch weit größere Neigung, sich mit Schwefelsäure zu verbinden. Wenn man also auf kohlensauren Kalk, auf Kreide, etwas Schwefelsäure gießt, so verdrängt die Schwefelsäure die Kohlensäure aus der Kreide und setzt sich an deren Stelle. Man

braucht nur ein Stückchen Kreide in ein Glas Wasser zu werfen, worin ein wenig Schwefelsäure ist, so wird man sofort wahrnehmen, daß von der Kreide aus ein Aufbrausen stattfindet. Es ist dies das Aufsteigen der Kohlensäure aus der Kreide, an deren Stelle der Kalk sich mit Schwefelsäure sättigt und nun einen neuen Körper bildet, der wissenschaftlich schwefelsaurer Kalk heißt und im gewöhnlichen Leben Gyps genannt wird.

Indem wir nun in die im vorigen Abschnitte erwähnte Lösung Kreide hineingebracht haben, haben wir weiter nichts damit bezweckt, als daß wir die in der Flüssigkeit enthaltene Schwefelsäure, die ihre Dienste geleistet hatte, zu fesseln suchten und sie zwangen, Gyps zu bilden, der zu Boden sinkt, und indem wir die Flüssigkeit filtrirt und vom Gyps gereinigt haben, sind wir im Stande gewesen, die Schwefelsäure aus der Flüssigkeit hinauszuwerfen.

Die genaueste Untersuchung zeigt nun, daß weder eine Spur von Kreide, noch von Schwefelsäure in der Syruplösung, die wir gewonnen haben, zurückgeblieben ist; es hat sich also, wie wir bereits gesagt, Stärke in Zucker umgewandelt, ohne daß ein neuer Stoff dazugetreten war. Zucker also ist verwandelte Stärke.

Wir werden sofort zeigen, daß man Zucker noch weiter verwandeln und ein ganz anderes Ding daraus ziehen kann, nämlich Spiritus, der auch Weingeist oder Alkohol genannt wird, und der bekanntlich nicht die mindeste Aehnlichkeit mit Zucker hat. Ein Glas Zuckerwasser ist ein unschuldiges Getränk, und ein Glas Branntwein hat schon Manchen in's Unglück gebracht und doch ist jeder Branntwein einmal Zucker gewesen und ist nur aus dem Zucker entstanden.

Bevor wir aber zeigen, wie das geschieht und was

hierbei vorgeht, wollen wir nur noch eine wichtige Nebenbetrachtung anstellen.

Wir haben bereits angeführt, wie die Schwefelsäure das Kunststück versteht, daß ihre bloße Gegenwart die Stärke in Zucker umwandelt; wir müssen jetzt sagen, daß es noch einen Stoff giebt, der dies Kunststück kann, ja noch besser als die Schwefelsäure versteht, und das ist jede im Auswachsen begriffene Getreideart, die man Malz nennt, und namentlich das Gerstenmalz.

Wie wir bereits gezeigt haben, kann man Gerste, die man mit Wasser übergießt und an einen warmen Ort stellt, zum Keimen und Wachsen bringen. Es bekommt jedes Gerstenkorn einen Halm und eine kleine Wurzel, ganz so, als ob man es in Erde eingepflanzt hätte. Trocknet man die Gerste in diesem Zustande, so erhält man das Malz der Bierbrauer. Uebergießt man nun dieses Malz, das man ein wenig zerstampft, mit etwas warmem Wasser, so zieht das Wasser einen Stoff aus dem Malz, den man Diastase nennt, und diese Diastase versteht dasselbe Kunststück wie die Schwefelsäure; es verwandelt sich in ihrer Berührung die Stärke in Zucker. — Man kann sich diesen Vorgang auch nicht anders erklären, als den bei der Schwefelsäure, daß nämlich die Diastase so auf die Stärke einwirkt, daß ihre Atome sich anders und zwar so lagern, wie sie im Zucker gelagert sind, und folglich aus Stärke Zucker wird.

Hierdurch wird uns nicht nur mancher chemische Vorgang der Brauerei erklärt, in welcher das Bier süß wird, ohne daß der Brauer Zucker zuthut, sondern man erhält auch einen Einblick in die Veränderungen, die sich beim Wachsthum der Pflanzen zeigen.

Ein Gerstenkorn ist, wie wir bereits gesagt die Muttermilch des künftigen Gerstenhälmchens; aber ganz wie

die Muttermilch einen großen Reichthum an Zucker hat, weil das junge Kind viel Zucker genießen muß, ganz so wie die Natur das Blut der Mutter in der Mutterbrust in die zuckerreiche Milch umwandelt, um sie für den Säugling gedeihlich zu machen, ganz eben so sorgt sie für das junge Pflänzchen. Ein Getreidekorn, ein Gerstenkorn verwandelt sich in der Erde in Malz. Die Feuchtigkeit, die hinzutritt, bildet in dem Korn die Diastase aus, und diese Diastase macht aus dem Stärkemehl des Gerstenkornes einen Zucker, der sich im Wasser auflöst, und die junge Pflanze wird wie ein junges Kind mit Zuckersaft gespeist. — Daher rührt der süße Geschmack der jungen Getreidehalme und namentlich der jungen Gerste.

Was wir im Großen in Zuckerfabriken treiben, treibt die Natur in der Mutterbrust und im kleinen Samenkorn. Sie treibt es freilich im Kleinen, und doch — wer möchte dies nicht einsehen — so großartig und erhaben, wie keine Menschenkunst es vermag.

XLVIII. Kann man nicht aus Holz Zucker machen?

Bevor wir nun zeigen, wie man Zucker in Spiritus umwandeln kann, haben wir eine kleine Betrachtung unsern Lesern vorzuführen, die zwar augenblicklich für die Praxis von keiner Bedeutung ist, die aber zeigen wird, welche Zukunft uns noch bevorsteht, wenn die Chemie noch weitere Fortschritte macht als bisher.

Wir haben gesehen, daß man aus Stärke Zucker macht. Wir wissen, daß dies Kunststück von der Schwefelsäure und von dem Malzauszug, den wir Diastase nennen, vollbracht werden kann; wir erinnern daran, daß gefrorne Aepfel und

namentlich gefrorne Kartoffeln ebenfalls süß zu schmecken anfangen und zuckerreich werden; und bei all' dem wissen wir, wie dies daher rührt, daß die Bestandtheile der Stärke, daß der Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff auch grade die Bestandtheile des Zuckers sind und nur umgelagert zu werden brauchen, um vollständigen Zucker zu bilden.

Wie aber, möchte man fragen, giebt es nicht noch dergleichen Stoffe, die ganz gleiche Bestandtheile wie der Zucker haben? Hat nur die Stärke diesen Vortheil, dem Zucker gleich zu sein oder kennt man noch andere Dinge, die dieses Vorzuges genießen? Und ist dem etwa so, kann man auch aus solchen Dingen Zucker machen?

Man braucht nicht weit herumzusuchen, um einen solchen Stoff zu finden.

Die genaueste Untersuchung über die Menge von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, die im Zucker und in der Stärke ist, hat ergeben, daß auch Holz, jede Art von Holz, die gleiche Menge dieser Grundstoffe in gleichem Verhältniß besitzt. Ein Pfund Holz hat netto so viel Sauerstoff und so viel Wasserstoff und so viel Kohlenstoff, als ein Pfund Zucker oder Stärke.

Kann man aber auch aus Holz Zucker machen?

Die Frage klingt gewiß Vielen komisch, fast lächerlich; aber sie ist für die Wissenschaft vollkommen Ernst, und ganz bedeutungsvoller Ernst, wie wir sogleich zeigen werden.

Um hier darzulegen, welche Antwort die Wissenschaft hierauf giebt, müssen wir sagen, was denn eigentlich im wissenschaftlichen Sinne Holz genannt wird.

Das Holz, das wir jeder Art von Bäumen abhauen, besteht aus mehr oder minder saftreichen Pflanzenzellen, von denen wir bereits gesprochen haben. Im chemischen Sinne versteht man unter Holz jene Masse, die übrig bleibt, wenn

man allen Saft der Zellen daraus entfernt und also nichts übrig läßt, als die Wand der Zelle, in welcher ehemals der Saft war. Ein vollkommen in diesem Sinne ausgetrocknetes Stück Holz besteht aus nichts weiter, als aus Zellenwänden der ehemaligen Pflanze, und so wenig man im gewöhnlichen Leben daran denkt, so wahr ist es doch, daß viele Dinge, die man gar nicht als Holz ansieht, dennoch Holz sind.

Wir tragen Hemden aus Leinewand. Woher kommt aber die Leinewand? Sie wird aus Holz gemacht, aus dem Holz einer Pflanze, deren Zellen bastartig langgestreckt sind, und nach dem Trocknen, Brechen und Hecheln zu Flachs werden. Wir kleiden uns in Baumwolle; aber auch sie ist nichts anderes, als die hohlen Haare einer Pflanze, die ihren reifen Samen umgeben, und diese Haare sind gleichfalls nur Pflanzenzellen, die in die Länge gestreckt sind. Wir tragen Strohhüte und wissen, daß das Stroh ebenfalls nur aus langgestreckten Pflanzenzellen besteht. Wir schreiben und drucken auf Papier, das wiederum nur aus zerfaserten Pflanzenzellen hergestellt wird. Mit einem Worte, das Holz oder die Pflanzenzelle, und namentlich die gefaserte Pflanzenzelle, spielt eine größere Rolle in der Welt, als wir im ersten Augenblick glauben mögen.

Und alle diese Dinge, die nichts anderes als Holz sind und wissenschaftlich *Pflanzenfaser* oder *Cellulose* genannt werden, sind zusammengesetzt aus ganz denselben Mengen von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, wie Stärke und Zucker.

Hat man es nun schon so weit gebracht, auch aus diesen Stoffen Zucker zu machen?

Die Wissenschaft hat es nicht unterlassen, den Versuch zu machen und hat es wirklich zum Theil erreicht. Man kann eine Art *halbfertigen* Zucker daraus machen.

Man muß es nämlich wissen, daß die Verwandlung von Stärke in Zucker nicht unmittelbar vor sich geht, sondern daß es eine Zwischenzeit giebt, wo die Stärke zwar nicht mehr Stärke, aber noch immer nicht Zucker geworden ist. In dieser Zwischenzeit der Verwandlung ist aus der Stärke ein Stoff geworden, der Dextrin heißt; erst aus dem Dextrin wird Zucker. —

Ganz ähnlich nun, wie man Stärke in Dextrin verwandeln kann, kann man auch wirklich alte Leinwand oder Papier, also im wahren Sinne des Wortes, Holz in Dextrin verwandeln, und zwar ebenfalls durch Schwefelsäure; in weiterer Behandlung ist es auch gelungen, eine Art Syrup hieraus zu machen, bei dem sich die merkwürdige Erscheinung zeigt, daß man dem Gewichte nach mehr Syrup erhält, als man Leinwand und Papier dazu genommen hat. —

Wir erwähnen dieses Falles nur, um zu zeigen, welche Aufgaben die Chemie sich stellt, und daß man es nicht belächeln soll, wenn man hört, daß die Chemie noch möglicherweise aus einem Haufen Holz so und so viel Zentner nahrhafter menschlicher Speise machen wird. — Unsere Kinder werden vielleicht Holz-Zucker ebenso natürlich finden, wie wir jetzt Holz-Essig natürlich finden, ohne zu bedenken, daß unsere Vorfahren dies für Zauber oder Tollheit erklärt hätten.

XLIX. Die Verwandlung des Zuckers durch Gährung.

Zur Verwandlung des Zuckers in Spiritus, oder richtiger ausgedrückt, in Weingeist oder Alkohol, ist

es nöthig, daß man dem Zucker einen Stoff zuthut, der eine Gährung desselben veranlaßt.

Man kann die Gährung durch verschiedene Stoffe hervorrufen. Eiweiß und alle eiweißhaltigen Stoffe, wie Fleisch, Leim, Käse, Blut und eben so alle Pflanzenstoffe, welche Pflanzen-Eiweiß, Kleber in sich haben, können Gährung hervorbringen, wenn sie längere Zeit in der Luft gelegen und angefangen haben, in Fäulniß überzugehen; vorzüglich aber versteht dies die Bierhefe, die man bekanntlich benutzt, um Teig aufgehen oder gähren zu lassen.

Durch Bierhefe kann auch Zuckerwasser, und noch besser, Honigwasser oder sonst der zuckerreiche Saft verschiedener Pflanzen, wie der Saft der Mohrrüben oder der Runkelrüben, in Gährung versetzt und dadurch in Alkohol verwandelt werden.

Was aber ist Hefe und was ist Gährung, und wie ist die sonderbare Wirkung dieses Stoffes?

So einfach diese Fragen sind, so schwierig ist es, sie wissenschaftlich zu beantworten. — Es ist der Wissenschaft noch nicht gelungen, eine vollkommene Beantwortung derselben ausfindig zu machen, obwohl die zahlreichsten und lehrreichsten Versuche damit angestellt worden sind.

Was man von dem merkwürdigen Stoffe weiß, ist Folgendes:

Wenn man in Zuckerwasser einen jener Stoffe bringt, die wir als eiweißhaltige bezeichnet haben, also etwa in Fäulniß übergehenden Leim oder Käse, und damit einige Zeit stehen läßt, so fängt die Mischung an, sich zu trüben und es bilden sich in ihr kleine, mit bloßem Auge nicht sichtbare hohle Kügelchen, die die Gestalt von Eiern haben. Bringt man die Mischung in ein kaltes Zimmer, wo es zwar nicht friert, aber auch nicht über 6—8 Grad warm

ist, so geht diese Trübung und Bildung von Kügelchen sehr langsam vor sich und nach und nach sinken die Kügelchen auf den Boden des Gefäßes, woselbst sie Hefe und zwar Unterhefe bilden. Hält man aber die Mischung in einem warmen Zimmer, wo die Luft gegen 20 Grad Wärme hat, dann steigen die Kügelchen nach oben und bilden die sogenannte Oberhefe.

Wenn man mit einer Nadelspitze ein wenig von dieser Hefe nimmt und sie in einen Tropfen Wasser bringt, in welchem man hat Gerste keimen lassen, so kann man diesen Tropfen unter einem Mikroskop beobachten und die Entwicklung der Hefe, das Wachsen derselben deutlich wahrnehmen. Nehmen wir an, daß man nur ein einziges Hefenkügelchen vor sich hat, so kann man das eine Mutterzelle nennen. Denn in der That ist das Kügelchen hohl und bildet eine geschlossene Zelle, in welcher eine Flüssigkeit vorhanden ist. — Bald aber gebiert diese Mutterzelle junge Zellen und zwar durch Knospung, d. h. es zeigt sich außen an der Wand der Zelle an irgend einer Stelle ein Pünktchen, das immer größer wird und sich sodann zu einer neuen Zelle gestaltet. Diese Tochterzelle gebiert nun in gleicher Weise eine Enkelzelle; und meist um die Zeit, wo der Enkel geboren wird, gebiert die Mutterzelle noch eine zweite Tochterzelle, aus welcher wieder Enkel hervorgehen. Bald fangen auch die Enkel an, neue Junge zu gebären und es entsteht vor den Augen des fleißigen Beobachters eine große Reihe von Geschlechtern, die alle noch mit der Mutterzelle zusammenhängen und eine Art Gewächs bilden, das sich immer weiter und weiter vermehrt und vergrößert.

In der That giebt dies Veranlassung, die Hefe als eine Art Pflanze zu betrachten, die allenthalben entsteht, wo eiweißartige Körper in Fäulniß übergehen, und die

fortwächst, wenn man ein einziges Hefekügelchen in eine Flüssigkeit bringt, die eiweißartigen Stoff enthält.

Der Bierbrauer, der ein wenig Hefe in seinen Gerstenmalz-Aufguß bringt, thäte in diesem Sinne nichts anderes als ein Gärtner, der Pflanzensamen in einen nahrungsreichen Boden einlegt. Die Hefe findet im Malzaufguß Pflanzeneiweiß, die Nahrung der Hefe, vor, und jedes Mutterkügelchen Hefe gebiert darin neue Hefenkügelchen, die weitere Geschlechter gebären, und dieses Wachsen oder richtiger Fortpflanzen und Gebären geht so lange fort, bis aller eiweißartige Stoff aus dem Malzaufguß in neue Hefe verwandelt ist. —

Hiernach ist es erklärlich, daß der Bierbrauer am Ende der Arbeit oft zehnmal so viel Hefe vom Bier abnimmt, als er dazu gethan. Dieses Abnehmen der Hefe ist gewissermaßen die Ernte der Hefe; denn diese Hefe wird sorgfältig gesammelt und dient dazu, in andern Körpern neue Hefe einzupflanzen und wachsen zu lassen.

Aber man pflanzt nicht Hefe um der Hefe willen, sondern wegen der Veränderung, die das Wachsen der Hefe hervorbringt in der Flüssigkeit, in welcher dieses Wachsen vor sich geht.

Die wachsende Hefe, welche den Eiweißstoff der Flüssigkeit an sich zieht, bringt eine Veränderung der Flüssigkeit hervor, und diese Veränderung, die mit der Flüssigkeit vor sich geht, nennt man die Gährung.

Und worin besteht diese Veränderung?

Sie besteht, wie wir bald sehen werden, darin, daß sie den Zuckerstoff der Flüssigkeit in Alkohol verwandelt.

L. Was die Gährung für Veränderung hervorbringt.

Die Veränderung, welche der Zucker erfährt, wenn man in eine Zuckerauflösung, also in Zuckerwasser, ein wenig Hefe bringt, besteht darin, daß sich der Zucker in Spiritus umwandelt.

Das Zuckerwasser wird nunmehr einen branntweinartigen Geschmack haben, und da man die wässerigen Theile der Lösung durch das geeignete Verfahren, durch Destillation von dem Spiritus trennen kann, so ist man im Stande, aus Zucker reinen Spiritus zu machen, den wir nunmehr immer Weingeist oder Alkohol nennen wollen.

Wie aber erklärt man sich diese Verwandlung?

Die Erklärung ist nur zum Theil vollständig zu geben und diese ist folgende.

Wir haben gesagt, daß der Zucker in Alkohol verwandelt worden ist. Dies ist eigentlich streng genommen unrichtig. Untersucht man nämlich die Bestandtheile des Alkohols, so findet man, daß sie wohl übereinstimmen in den Urstoffen, die sie enthalten, aber nicht übereinstimmen in den Portionen von jedem einzelnen Urstoff.

Wir wollen uns deutlicher ausdrücken.

Zucker und Alkohol stimmen in den Stoffen überein. Die Bestandtheile des Zuckers sind Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff, und die Bestandtheile des Alkohols sind gleichfalls Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff. Allein der Alkohol hat weniger Portionen von zweien dieser Stoffe in sich. In einem Pfund Alkohol ist etwas mehr Wasserstoff wie in einem Pfund Zucker; allein nur so viel mehr, als vom Kohlenstoff und Sauerstoff weniger darin ist.

Die Chemiker haben auf gute Gründe gestützt nachgewiesen, daß, wenn Zucker in Gährung versetzt wird, sich

aus demselben zwei neue Dinge bilden, das eine ist Alkohol und das andre ist Kohlensäure. Da aber die Kohlensäure aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht, so hat der Alkohol von diesen zwei Urstoffen weniger in sich als der Zucker. Man gewinnt daher aus einem Pfund Zucker nicht ein volles Pfund Alkohol, sondern es steigt aus der in Gährung begriffenen Zuckerlösung ein Gas auf, das nichts anderes als Kohlensäure ist, und zwar bekommt man grade um so viel weniger Alkohol heraus, als die aufgestiegene Kohlensäure wiegt.

Es ist bekannt, daß in Kellern, wo viel Bier oder Wein oder Zucker gährt, eine gefährliche Luftart sich entwickelt. Diese Luftart ist die Kohlensäure, die wir schon näher kennen gelernt haben, und sie entsteht aus der Summe von Sauerstoff und Kohlenstoff, die sich von dem Zucker dieser Flüssigkeiten trennt und einen Rest übrig läßt, der nunmehr Alkohol ist.

Es ist also in diesem Sinne ungenau, wenn wir gesagt haben, daß sich Zucker in Alkohol umwandelt; es ist vielmehr strenge genommen eine Trennung, die hier vor sich geht. Es ist ein Zertheilen des Zuckers in zwei verschiedene Dinge, in Alkohol und Kohlensäure; es ist eine Zersetzung, bei welcher die Kohlensäure aus der Flüssigkeit in Blasen aufsteigt und sich in die Luft verliert, während statt des Zuckers ein Theil seiner Bestandtheile als Alkohol in der Flüssigkeit verbleibt.

Allein diese Erklärung giebt nur das sichtbare Resultat des merkwürdigen Vorganges; keineswegs aber ist hiermit der hauptsächliche Grund desselben erklärt.

Und in der That gehört diese Erscheinung mit zu den bisher von der Wissenschaft noch nicht gelösten Räthseln. Denn die Frage ist immer noch nicht gelöst, woher es kommt, daß die Hefe so merkwürdig einwirkt, und daß sie

im Gerstenaufguß z. B. das Pflanzeneiweiß in Hefe umwandelt und weshalb diese Umwandlung den Zuckergehalt zerlegt und Kohlensäure und Alkohol daraus bildet?

Vielleicht könnte es einigen Lesern scheinen, als ob nicht viel darauf ankäme, dieses Räthsel zu lösen; allein eine kurze Betrachtung wird sie sofort von der außerordentlichen Wichtigkeit der richtigen Lösung dieses Räthsels überzeugen. —

Angenommen, daß die Hefe eine wirkliche Pflanze wäre, so wäre es von höchstem Interesse hier wahrzunehmen, daß man diesen Pflanzenstoff machen kann. Dies gelingt bei keinem Pflanzenstoff in der Welt. Eine Pflanze wächst immer nur aus dem Saamen oder einer Zelle einer bereits vorhergegangenen Pflanze. Wäre die Hefe eine Pflanze, so müßte man annehmen, daß diese Pflanze neu geschaffen wird, sobald man eiweißartige Stoffe in Fäulniß übergehen läßt, d. h. daß man aus einem Ding, das keine Pflanze ist, eine Pflanze herstellen kann.

Dies aber ist nun so ganz eine, der Natur der Pflanzenwelt widersprechende Thatsache, daß man vollen Grund hat, dieser Annahme zu mißtrauen, und deshalb haben Naturforscher der Hefe einen ganz andern Ursprung angewiesen und ihre Wirkung und Vermehrung ganz anders erklärt, als die einer pflanzlichen Fortentwicklung.

Nach dieser Erklärung ist Hefe nur ein Zustand der Auflösung eiweißartiger Stoffe, die im Begriff sind, ihr organisches Leben zu verlieren und in unorganische Stoffe zu zerfallen. Hefe ist gewissermaßen der Zustand des sterbenden Eiweißes. Wenn aber ein wenig Hefe sich scheinbar wie eine Pflanze fortentwickelt, sobald sie in eine eiweißartige Flüssigkeit gebracht wird, so rührt dies — nach der Ansicht vieler Naturforscher — nicht daher, daß sie wie ein Pflanzensaamen wächst, sondern daher, daß sie eine

Art Ansteckungskraft hat, und das gesunde Eiweiß, das noch nicht zerfallen würde, zum Zerfallen und weitern und immer weitern Absterben und Zerfallen anreizt.

Diese wenigen Worte, die freilich nicht ausreichen, die geistvollen Forschungen über die Natur der Hefe auch nur entfernt anzudeuten, werden jedenfalls genügen, dem denkenden Leser zu zeigen, wie wichtig die Frage über die Hefe ist; denn es ist leider eine Thatsache, die ganz fest steht, daß wir die Natur der Ansteckung, trotzdem man so viel von ansteckenden Krankheiten spricht, so gut wie noch gar nicht kennen und in der wissenschaftlichen Medizin das Kapitel von der Ansteckung zu den dunkelsten und räthselhaftesten gehört.

LI. Die Bildung von Meth, Rum, Wein und Bier.

Indem nun die Hefe jede Art von zuckerhaltiger Flüssigkeit in eine weingeisthaltige umwandelt, nennt man diese Art von Gährung die geistige Gährung, und sie ist es, die bei der Bereitung des Meths, des Rums, des Weins und des Biers eine Hauptrolle spielt.

Nimmt man statt Zuckerwasser ein wenig Honigwasser und versetzt es durch Hefe in Gährung, so entsteht daraus bei einem gewissen Punkt der Gährung ein halb scharfes, halb süßes Getränk, das den Namen Meth hat. — Preßt man den süßen Saft von Aepfeln, Johannisbeeren, Stachelbeeren, Kirschen u. s. w. aus und läßt ihn in der Wärme stehen, so entwickeln sich hieraus geistige Getränke, die unter den Namen Apfelwein, Johannisbeerwein oder Kirschwasser bekannt genug sind. Hier braucht man nicht Hefe hinzuzuthun, weil in allen diesen Pflanzen etwas Pflanzen-

Eiweiß und viel Zucker ist; es bildet sich also hier eine eigene Hefe aus, die das Geschäft der Gährung und Umwandlung der Flüssigkeit vollzieht. Bei aller dieser Gährung zerfällt aber immer der Zucker in zwei Bestandtheile, in Alkohol, der in der Flüssigkeit bleibt und in Kohlensäure, welche in Form von Blasen aus der Flüssigkeit aufsteigt und sich mit der Luft mischt.

Ganz in gleicher Weise verfährt man bei der Fabrikation von Rum, indem man hierzu — wenigstens zu den vorzüglichsten Sorten — den Saft der Zuckerpflanze, des Zuckerrohrs in Gährung versetzt und eine möglichst reine geistige Verwandlung derselben hervorzubringen sucht.

Obwohl nun das eigentliche Wesen aller geistigen Getränke eines und dasselbe ist, und alle ihren geistigen Gehalt eben nur der Zersetzung von Zucker in Weingeist und Kohlensäure zu verdanken haben, so besitzen doch die verschiedenen Früchte jede für sich eine besondere Art und Eigenschaft des Geschmackes und der Wirkung, die sich dem geistigen Getränk, das aus ihnen bereitet wird, mittheilt. — Es ist dies von der Wissenschaft noch nicht vollkommen aufgeklärt, da das, was den Geschmack und die Wirkung von Getränken betrifft, nicht direkt dem Bereiche der Chemie angehört; nur die Erfahrung hat gelehrt, daß jeder Sorte dieser Getränke eine Eigenthümlichkeit zukommt, die sie vor anderen auszeichnet.

Man darf es daher nicht belächeln, wenn man in neuerer Zeit große Versuche anstellen sieht, um die Fabrizirung von Frucht-Wein in die Höhe zu bringen; der Apfelwein, dessen Fabrikation jetzt so sehr im Aufschwung ist, ist schwerlich die Universalmedizin, für welche er ausgegeben wird; aber es läßt sich nicht in Abrede stellen, daß er bei fleißiger Kultivirung und fortschreitender Ver-

besserung zu einem Getränk werden kann, das in vielen Fällen den wirklichen Wein ersetzt.

Die hauptsächlichsten und wichtigsten geistigen Gährungen sind und bleiben indessen die des Weins und des Biers.

Beim Wein ist es der Zucker der Weintraube, der in geistige Gährung versetzt wird. Die Hauptsache bei dieser Gährung ist, daß sie langsam vor sich gehe, weshalb man den Saft der Weintraube, den Most, in Fässern nach dem Keller bringt, wo es so kühl ist, daß die Gährung erst nach einigen Monaten vollendet ist. Der Wein hat in diesem Falle keine Oberhefe, sondern die Hefe setzt sich am Boden fest und wird, wie wir bereits erwähnt, die Unterhefe genannt. Wird der junge Wein in Flaschen gebracht, so verbessert er sich durch eine Nachgährung. Geschieht diese Nachgährung in verkorkten Flaschen, so bleibt die Kohlensäure im Wein und bildet die brausenden Weinsorten, den Champagner, und da die Kohlensäure sich nicht entfernen konnte, so bleibt auch noch immer ein Theil des Zuckers unzersetzt, woher der Champagner seinen süßen Geschmack, seinen geringern Gehalt an Weingeist, und seinen Reichthum an Kohlensäure hat, die das Knallen beim Oeffnen, das Zischen und Schäumen beim Eingießen und den prickelnden angenehmen Geschmack beim Trinken verursachen. —

Wird aber auch die Nachgährung in offenen Flaschen abgewartet, so geschieht sie doch so langsam, daß der Wein erst nach und nach seinen Weingeist entwickelt, und wenn dann die Flasche verkorkt und zur Ablagerung in den Keller gebracht wird, so setzt sich die noch nicht ganz vollendete Gährung äußerst langsam fort und dies giebt dem Weine seinen feurigen Geschmack, wenn er recht alt geworden ist.

Obgleich es wissenschaftlich noch nicht vollkommen erklärt ist, so steht doch so viel fest, daß es in den meisten Fällen ein wesentlicher Unterschied ist, ob man eine chemische Veränderung langsam oder schnell vor sich gehen läßt. Dieser Unterschied zeigt sich so recht beim Weine. Läßt man ihn schnell vollkommen ausgähren und sucht den Zucker in kurzer Zeit vollständig in Weingeist und Kohlensäure zu verwandeln, so giebt dies nur einen schlechten schnell in Essigsäure übergehenden Wein. Läßt man aber all' das langsam vor sich gehen und namentlich so langsam, wie dies bei Weinen gebräuchlich ist, so verbessert sich der Wein fortwährend und erlangt jenen hohen Werth, der am alten Wein sprichwörtlich geworden ist.

LII. Die Fabrikation des Biers in seinen verschiedenen Sorten. — Die Bildung des Aethers aus Alkohol.

Bei der Fabrikation des Bieres spielt ebenfalls die Zerlegung des Zuckers in Kohlensäure und Weingeist die Hauptrolle, und wie man diese vor sich gehen läßt, ob langsam oder schnell, davon hängt es ebenfalls ab, welche Sorten von Bier man erhält.

Der Brauer stellt sich zuerst die Aufgabe, das Stärkemehl der Gerste in Zucker zu verwandeln. Er erreicht dies auf dem bereits erwähnten Wege, indem er das Gerstenmalz mit heißem Wasser überschüttet und einige Zeit an einem warmen Orte stehen läßt. Der Malzaufguß wird bei diesem Vorgang süß, indem sich, wie bereits angegeben, Dextrin und Zucker aus dem Stärkemehl bildet. Jetzt erst, nachdem diese erste Verwandlung vor sich gegangen, jetzt erst kann die zweite chemische Aufgabe vor-

genommen werden. Zu diesem Zwecke wird die süße Flüssigkeit, die Würze genannt wird, durchgegossen. Das Malz, das seinen Dienst geleistet hat, wird wieder daraus entfernt und die Flüssigkeit nun eingekocht, bis sie kräftig und klar genug geworden ist. Läßt man sie dann abkühlen bis auf etwa 25 Grad und bringt etwas Hefe hinein, so beginnt die zweite chemische Umwandlung, die geistige Gährung, bei welcher sich aus dem Zucker Alkohol und Kohlensäure bildet.

Auf solche Weise geschieht die Fabrikation der süßen Biersorten, die in wenig Tagen vollendet ist; das süße Bier ist noch so zuckerhaltig, daß die Gährung noch in den Flaschen, die man verkorkt, sich fortsetzt und daher ein Getränk liefert, dem der Zucker, etwas Weingeist und eine Portion Kohlensäure seinen Geschmack geben. — Die gewöhnlichen Bitterbiere erhalten ihren bittern, den Magen stärkenden Nebengeschmack durch einen Zusatz von Hopfen oder andern Kräutern, die ähnliche Wirkung hervorbringen.

Die stärkeren Biersorten, wie das bairische Bier, das jetzt sehr in Mode gekommen ist, entstehen durch die langsame Gährung und zwar an kühlen Orten, wie in Kellereien, die besonders hierzu gebaut werden. Die Würze wird zu diesem Zwecke bis auf etwa 8 Grad abgekühlt und sodann in Fässern in die Keller gebracht, woselbst es möglichst kühl ist. Hier geschieht nun die Gährung außerordentlich langsam und wird, wenn man ein recht gutes Bier haben will, bis auf mehrere Monate hin verzögert, wodurch das Bier arm an Zucker, aber reicher an Alkohol und Kohlensäure wird, und deshalb auch eine berauschende Wirkung ausüben kann.

Dieses Bier verliert seine Kohlensäure nicht so leicht, hat nicht mehr Spuren von Hefe in sich, da sich diese als Unterhefe am Boden ansetzt. Es braucht nicht auf Fla-

schen gezogen zu werden, indem eine Nachgährung nicht nöthig ist, und ist am beliebtesten, wenn es frisch vom Faß kredenzt wird.

Daß das bairische Bier und alle seine Abarten theurer sind als das gewöhnliche Bier, rührt nicht daher, daß es theurere Stoffe in sich hat, sondern liegt hauptsächlich darin, daß der Brauer das Kapital lange darin stehen lassen muß, ehe sein Bier trinkbar wird, und die Kellereien und Lokalitäten es vertheuern.

Es ist ein Leichtes, das Bier so lange gähren zu lassen, daß es sehr reich an Alkohol wird und außerordentlich berauschend wirkt. Der Werth des Bieres wird aber dadurch nicht erhöht; im Gegentheil ist der Genuß von Bier, das zu viel Alkohol enthält, nicht rathsam. Die bairischen Biere in Berlin enthalten meisthin 5—8 Prozent Alkohol, was schon als das höchste Maß angesehen werden kann, bis zu welchem das Getränk förderlich ist. —

Wir haben nun die Verwandlungsreihen verfolgt, die das Stärkemehl der Pflanzen durchlaufen kann, und die alle ein Ergebniß der chemischen Zersetzung sind. Es schließt aber die Reihe mit dem Alkohol nicht ab, sondern sie verzweigt sich nach zwei Richtungen hin, indem man Alkohol beliebig in Aether oder Essig verwandeln kann.

Die Verwandlung des Alkohols in Aether ist wissenschaftlich von besonders hohem Interesse, hat aber in der praktischen Welt weniger Bedeutung, so daß wir uns mit wenigen Andeutungen hierbei begnügen wollen.

Der Aether wird durch Vermischung von Alkohol und Schwefelsäure hergestellt, bei welcher Mischung nicht etwa die Schwefelsäure ein Bestandtheil des Aethers wird, sondern nur die Aufgabe hat, dem Alkohol etwas von seinem Wasserstoff und Sauerstoff zu entziehen. Hierdurch kann man beliebig aus dem flüssigen Alkohol Leuchtgas ma-

chen, das aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht, oder auch eine Flüssigkeit herstellen, welche den Namen „Schwefeläther“ führt. Eine Mischung von Schwefeläther und Alkohol bildet den Hauptbestandtheil der bekannten Hoffmanns-Tropfen, deren Geruch wohl Jedermann kennt.

Nach diesen Andeutungen über den Aether wollen wir nunmehr zur Verwandlung des Alkohols in den bekannteren Stoff, in Essig, übergehen. —

LIII. Die Verwandlung des Alkohols in Essig.

Kein Zweig der Fabrikation ist durch die Chemie so außerordentlich erleichtert worden, als die Fabrikation des Essigs. Während die Chemie bei der Erzeugung von Zucker, von Alkohol und Bier nur Verbesserungen der Methode anzugeben brauchte, hat sie in der Essig-Fabrikation ein ganz neues Verfahren eingeführt und mit dessen Hilfe ist man jetzt im Stande ein Fabrikat in wenig Stunden zu erzeugen, zu dem man sonst Wochen und Monate Zeit bedurfte.

Schon die gewöhnliche Erfahrung wird Jeden belehrt haben, daß Bier in warmen Tagen sauer wird. Fragt man sich, was in dem Gemisch, welches im Bier enthalten, in Säure übergegangen ist? so findet man durch Versuche, daß es der Alkohol des Bieres ist, der sich in eigenthümlicher Weise in Essig verwandelt hat.

Man sollte nun glauben, daß wenn der Alkohol des Bieres die ganze Flüssigkeit sauer macht, der bloße Alkohol um so schneller in der Wärme zu Essig werden müßte; allein dem ist nicht so. Es sind zu dieser Umwandlung außer der Wärme noch zwei Umstände nöthig um sie zu

vollstrecken und wenn diese beiden Umstände nicht zusammentreffen, so kann die Verwandlung nicht vor sich gehen.

Diese zwei Umstände sind folgende. Erstens muß in der alkoholischen Flüssigkeit, mag sie nun Bier, Wein oder Branntwein heißen, ein Stoff vorhanden sein, der das Bestreben hat, den Sauerstoff der Luft an sich zu ziehen und ihn dann dem Alkohol abzugeben. Zweitens muß die Flüssigkeit mit der Luft in Berührung kommen.

Im Branntwein ist kein Stoff vorhanden, der Sauerstoff aus der Luft anzieht und deshalb kann man ihn in der Wärme offen stehen lassen, wo er zwar verdampfen und schwach, aber nicht in Essig umgewandelt werden wird. Im Bier ist jener Stoff wohl vorhanden. In jedem Bier und Wein ist immer noch ein wenig Hefe vorhanden, die, wenn es warm wird, die Eigenschaft hat, Sauerstoff aus der Luft an sich zu ziehen und ihm den Alkohol der Flüssigkeit abzugeben, und deshalb wird offen stehendes der Luft zugängliches Bier oder dergleichen Wein sauer und mit der Zeit immer saurer bis aller Alkohol der Flüssigkeit in Essigsäure umgewandelt worden ist.

Essigsäure ist also Alkohol, der eine bedeutende Portion Sauerstoff in sich aufgenommen hat; aber der Alkohol nimmt den Sauerstoff nicht unmittelbar auf, sondern er bedarf gewissermaßen eines Vermittlers, eines Kommissionärs, der für ihn den Sauerstoff erst aus der Luft bezieht und ihm dann denselben überläßt, und diese Vermittlerrolle spielt im Bier und Wein die kleine Spur von Hefe, die darin enthalten ist.

So sonderbar es auch dem Unkundigen erscheinen mag, daß es in der Chemie solche Kommissionäre geben soll, die gewisse Dienste zum Nutzen anderer Stoffe verrichten, so wahr ist doch diese Thatsache und so leicht läßt sie sich in vielen Fällen nachweisen. — So ist z. B. bei der Fabri-

kation der Schwefelsäure ein solcher Vermittler nöthig, da bei der Verbrennung des Schwefels sich zwar leicht schweflige Säure, eine luftartige halbfertige Schwefelsäure, bildet, aber nicht wirkliche flüssige Schwefelsäure wie man sie braucht. Um aus schwefliger Säure wirkliche Schwefelsäure zu machen, dazu gehört eine stärkere Portion Sauerstoff als der Schwefel beim einfachen Verbrennen aufnehmen kann. Man bedient sich deshalb der Salpetersäure als eines Kommissionärs; denn die Salpetersäure, die sehr viel Sauerstoff enthält, giebt diesen außerordentlich leicht an die schweflige Säure ab, aber in demselben Maße, wie sie ihn abgiebt, holt sie sich frischen Sauerstoff aus der Luft und ergänzt sich ihren Verlust, so daß gewissermaßen die Salpetersäure ein ununterbrochenes Kommissionsgeschäft verrichtet, das heißt: immerfort Sauerstoff aus der Luft nimmt, nicht um ihn zu behalten, sondern um ihn der schwefligen Säure zuzuführen, die dadurch fertige Schwefelsäure wird.

Wer Gelegenheit hat, eine Schwefelsäure-Fabrik zu besuchen, der unterlasse nicht, sich die Einrichtung zeigen zu lassen und vergesse auch nicht, sich die Salpetersäure anzusehen, die diesen getreulichen Kommissionsdienst pünktlicher als alle Kommissionäre der Welt verrichtet.

Ein gleiches Kommissionsgeschäft führt die Spur von Hefe aus, die im Bier vorhanden ist.

Die Hefe zieht Sauerstoff aus der Luft an, was der Alkohol selbst nicht thut; aber der Alkohol hat die Eigenschaft, der angesäuerten Hefe den Sauerstoff zu entziehen, und ihn selber in sich aufzunehmen. Die Hefe wird dadurch ihren Sauerstoff los und wiederum fähig, neuen Sauerstoff aufzunehmen. Sie thut es, wird wieder vom Alkohol ihres Sauerstoffes beraubt und wird wiederum fähig sich neuen Sauerstoff zu holen; und so geht dies

Kommissionsgeschäft immerfort, bis endlich aller Alkohol zu Essigsäure geworden ist.

Wenn nun auch die Spur von Hefe im Bier ein sehr getreuer Kommissionär ist, so geht doch das Kommissionsgeschäft, wie sich denken läßt, für die Essigfabrikation viel zu langsam und deshalb wollen wir im nächsten Artikel die besseren Kommissionäre kennen lernen, durch die das Geschäft in einer unglaublichen Schnelligkeit getrieben wird.

LIV. Die schnellere Verwandlung des Alkohols in Essig.

Die Umwandlung des Weingeistes in Essig geschieht schon schneller als beim gewöhnlichen Sauerwerden des Bieres oder Weins, sobald man zu dem verdünnten Weingeist einen bereits essigsauren Stoff bringt.

Wenn man etwas Branntwein in ein Glas gießt, ihn mit Wasser verdünnt, und ein wenig Sauerteig oder einen Streifen Brod, das mit Essig befeuchtet ist, hineinstellt, so verrichtet diese angesäuerte Zuthat gleichfalls die Vermittlung, von der wir bereits gesprochen haben. Der Alkohol des Branntweins entzieht dem Sauerteig oder dem Brod den Sauerstoff, während dieses immer frischen Sauerstoff aus der Luft anzieht und dieses Uebertragen des Sauerstoffes der Luft auf den Alkohol geht so lange fort, bis aller Alkohol in Essigsäure umgewandelt worden ist.

Zwar ist dies in aller Strenge nicht ganz so. Nicht der ganze Alkohol wird Essig, sondern der Alkohol verliert durch diesen Vorgang etwas von seinen Bestandtheilen und der Rest wird Essig. Dieser Verlust besteht darin, daß der Alkohol einen Theil seines Wasserstoffs abgiebt und zwar dem hinzutretenden Sauerstoff abgiebt, damit

dieser mit dem Wasserstoff Wasser bildet. Hiernach entsteht eigentlich aus einem Pfund Alkohol eine Flüssigkeit, die mehr wiegt als ein Pfund. Das Wasser und die Essigsäure beisammen betragen auch dem Maße nach mehr als der Alkohol betragen hat; denn es ist Sauerstoff aus der Luft hinzugekommen, der mit dem Wasserstoff des Alkohols Wasser gebildet hat; aber gerade darum, weil der Alkohol etwas von seinen Bestandtheilen verlieren mußte, um Essigsäure zu werden, darum ist aus dem Pfund Alkohol nicht ein Pfund reine Essigsäure geworden.

Reine Essigsäure ist daher auch viel theurer als reiner Alkohol; unser gewöhnlicher Essig aber ist darum so bedeutend billiger, weil er aus sehr wenig reiner Essigsäure und sehr viel Wasser besteht.

Seitdem aber der Fortschritt der Wissenschaft den eigentlichen Hergang bei der Essigbildung kennen lehrte, ist die Fabrikation des Essigs nicht nur außerordentlich leicht, sondern sie geschieht auch ungemein schnell, und deshalb ist jetzt Essig unvergleichlich billiger als sonst.

Die Schnellessig-Fabrikation gehört zu den interessantesten und verbreitetsten Fabrikationszweigen, weil man zu derselben außerordentlich wenig Einrichtungen braucht. Die ganze Fabrik besteht eigentlich in einer einzigen Tonne, an deren einem Ende man ordinären Branntwein mit viel Wasser verdünnt eingießt und an deren anderem Ende Essig ausfließt.

Um zu zeigen, was in dieser Tonne vorgeht, wollen wir hier eine kurze Schilderung derselben versuchen.

Die aufrecht stehende Tonne hat oben einen Boden, der viele Löcher hat. Durch jedes dieser Löcher wird ein Stückchen Bindfaden gesteckt, woran ein Knoten gemacht wird, damit der Bindfaden nicht durchfällt. Wird nun auf diesen Boden verdünnter Branntwein gegossen, so

fließt er an den Bindfäden langsam tropfenweise hinein in die Tonne.

Inwendig aber ist die Tonne mit Hobelspänen aus Büchenholz gefüllt, welche einige Zeit in Essig gelegt waren; der verdünnte Branntwein also fließt hier in der Tonne auf die angesäuerten Hobelspäne und der Alkohol des Branntweins, der an den Hobelspänen entlang fließt, verwandelt sich auf dem weiten Wege, den er langsam von Span zu Span durchwandert, in Essigsäure. Damit aber dies vor sich gehen kann, muß, wie wir bereits wissen, die Luft freien Zutritt haben. Zu diesem Zwecke sind in der Nähe des untern und obern Bodens der Tonne Löcher eingebohrt. Durch den chemischen Vorgang entsteht in der Tonne von selber ein hoher Grad von Wärme, so daß die Luft, die in der Tonne warm wird, zu den oberen Löchern ausströmt, während durch die unteren Löcher frische Luft einströmt. Es entsteht demnach innerhalb der Tonne eine Luftströmung, ähnlich wie die in unsern Lampen-Zylindern, wo auch oben heiße Luft ausströmt und unten kalte Luft einströmt. Diese frische Luft aber bringt den Hobelspänen immer frischen Sauerstoff zu und giebt immer mehr Veranlassung die Essigsäure zu bilden.

So langt der Alkohol, der oben auf den Boden der Tonne gegossen wird, um langsam an den Schnüren hinabzufließen, durch den weiten Weg, den er tropfend fließend von Hobelspan zu Hobelspan macht, und von dem frischen Sauerstoff der Luft stets umweht, in verwandelter Natur auf dem untern Boden der Tonne an, und durch einen Hahn, der daselbst angebracht ist, fließt er als Essig aus.

Man hat es nicht nöthig, die Hobelspäne wiederum in Essig zu legen, denn sie tränken sich von selber immer fort mit frischem Essig, der in ihnen entsteht. Die Fabrik also ergänzt sich immer selber und wenn nur Jemand da-

für sorgt, daß oben der Alkohol aufgegossen und unten der Essig fortgebracht wird, so ist die Fabrik in ununterbrochenem Gange. —

LV. Was unsere Chemie kann und nicht kann.

Indem wir nunmehr einen Pflanzenstoff, die Kartoffel, verfolgt haben durch die Verwandlungen, die er annimmt, wenn ihm die Chemie die Mittel und Veranlassung dazu bietet, indem wir gezeigt haben, wie aus der Kartoffel Stärkemehl, aus dem Stärkemehl Gummi, Dextrin und Zucker, aus dem Zucker Alkohol, aus dem Alkohol Aether und Essig gemacht werden kann, hoffen wir unsern Lesern einen Begriff von der großen Aufgabe und den Resultaten beigebracht zu haben, die die Wissenschaft der Chemie sich stellt und löst. Wir wollen für jetzt noch einige Betrachtungen über diese erhabene und an Resultaten reiche Wissenschaft vorführen, um sodann von ihr Abschied zu nehmen und zu einem andern Zweige der Naturwissenschaft übergehen zu können.

Mit Recht wird vielleicht mancher Leser die Frage aufwerfen: vermag die Chemie, die aus Alkohol Essig macht, auch aus Essig wieder Alkohol zu machen? Kann sie, die aus Zucker Alkohol macht, aus Alkohol Zucker herstellen? Ist sie, die im Stande ist aus Stärkemehl Zucker zu machen, auch im Stande aus Zucker Stärkemehl herzustellen?

Die Chemie auf dem gegenwärtigen Standpunkt ihrer Entwicklung antwortet bescheiden hierauf: das ist wie bisher nur in sehr beschränktem Grade und nur unter ganz besonderen Umständen gelungen.

Ja, die Wissenschaft wird dieser bescheidenen Antwort

noch das bescheidene Geständniß hinzufügen, daß sie zwar ahnt, wo der Haken liegt, aber doch nicht mit Sicherheit zu sagen weiß, warum ihr dergleichen nicht gelingen will.

Indem aber alle Welt gestehen wird, daß diese Bescheidenheit und Wahrhaftigkeit nur eine Zierde der Wissenschaft ist, wollen wir unsern Lesern, soweit es eben jetzt möglich ist, deutlich zu machen suchen, wo die Grenze der bisherigen chemischen Wissenschaft liegt, und was die Wissenschaft noch zu erstreben hat, bevor sie daran gehen kann, das Kunststück der Verwandlungen ebenso gut rückwärts wie vorwärts zu produziren und z. B. ebenso gut aus Essig Alkohol wie aus Alkohol Essig zu machen.

Zu diesem Zwecke erinnern wir unsere Leser an das, was wir bereits näher mitgetheilt haben, daß nämlich eine deutliche Grenze zwischen den chemischen Vorgängen in der todten Natur und denen in der lebenden vorhanden ist, welche die Wissenschaft noch nicht überschritten hat.

Die Eigenschaften der 60 chemischen Urstoffe kennt der Chemiker ganz genau, wenn er einen dieser Stoffe unter gewissen Umständen zum andern bringt: aber diese Eigenschaften sind durchaus ganz anders, wenn die Natur die Stoffe zu einander bringt, um aus ihnen einen Pflanzen- oder Thierstoff zu bilden. Der Chemiker weiß felsenfest, wenn er ein Maß Sauerstoff und zwei Maße Wasserstoff zu einander bringt und das dazu thut, was zu ihrer Verbindung nöthig ist, daß dann aus diesen Luftarten Wasser entsteht und nichts anderes als Wasser und nicht ein Tröpfchen Wasser weniger oder mehr als er im Voraus berechnet. Bringt er zu dem Wasser noch Kohlenstoff hinzu, also reine Kohle, so hat er Wasser mit Kohle, ohne daß diese sich chemisch verbinden; und doch weiß er, daß die Natur aus Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff Holz,

Stärke, Zucker u. s. w. macht. — Er weiß es, aber er begreift es nicht, wie dies zugeht!

Dies ist freilich ein großer Mangel unserer Wissenschaft; aber die Chemie kann sich mit einer andern Wissenschaft trösten, die wahrlich der Stolz der Menschheit ist, sich aber in ganz gleichem Falle der Unwissenheit befindet. Wir meinen: die Astronomie.

Der Astronom weiß es ganz genau, wie zwei Himmelskörper, die einander anziehen, sich gegenseitig in ihrem Lauf verhalten, wie jeder von ihnen die Bahn des andern ändert; fragt man ihn aber, wie ist es, wenn ein dritter Himmelskörper hinzutritt, so daß die Anziehung zwischen dreien stattfindet, so gesteht er, daß der Verstand der Verständigsten bisher noch keine direkte Lösung dieser Frage gefunden hat. Um es deutlicher zu sagen: Die gegenseitige Einwirkung von Sonne, Erde und Mond auf deren Bewegungen ist in der Astronomie nur durch die scharfsinnigsten Hilfsmittel annährend genau zu berechnen; eine direkte mathematische Lösung ist bisher noch nicht gelungen. Man nennt dieses Räthsel in der Sprache der Wissenschaft, „das Problem der drei Körper“, das man schon seit zweihundert Jahren vergebens zu lösen sucht. —

In gewissem Sinne kann man jede chemische Verbindung, die die Natur in den Pflanzen schafft, auch ein „Problem der drei Körper“ nennen, denn in jeder Pflanze sind mindestens drei Urstoffe verbunden; die Wissenschaft aber kann immer nur zwei Urstoffe mit einander verbinden. Ja, es reicht ihr Scharfsinn nicht einmal aus, sich eine klare Vorstellung davon zu machen, wie drei Urstoffe mit einander sich verbinden, ohne daß sich vorher zwei derselben verbunden haben.

Die Folge dieses Umstandes ist, daß die Chemie noch

im Dunkeln ist über den Aufbau der Pflanzenstoffe, selbst wenn sie das Bau-Material ganz genau kennt.

Ganz anders aber ist es, wenn sie dem bereits aufgebauten Pflanzenstoff einen Theil des Urstoffes entzieht und nur einen Rest übrig läßt, wo sie also nicht aufbaut, sondern von dem Bau etwas fortnimmt; in solchem Falle weiß sie, was übrig bleibt und kann mit Sicherheit daraus berechnen, was aus dem Uebriggebliebenen werden muß.

Wir werden im nächsten Abschnitt sehen, wie dieser Unterschied es einigermaßen erklärt, weshalb man aus einem Pflanzenstoff einen andern und nicht aus dem andern wieder den vorherigen machen kann.

LVI. Wo die Kunst der Chemie scheitert.

Wenn der Chemiker aus Alkohol Essig macht, so wissen wir, daß es dadurch geschieht, daß er dem Alkohol etwas abnimmt, etwas entzieht. Er bringt unter günstigen Umständen dem Alkohol, der mehr Wasserstoff hat als der Essig, eine Portion Sauerstoff und dieser Sauerstoff zieht aus dem Alkohol den Wasserstoff heraus, und bildet damit Wasser; dadurch bleibt vom Alkohol ein Rest seiner Bestandtheile, der nichts anderes als Essig ist.

Streng genommen hat also der Chemiker nicht Essig gemacht, sondern er hat ihn nur übrig gelassen. Er besaß früher Alkohol, das ist Essig mit zu viel Wasserstoff; durch seine Vorrichtung nahm er den überflüssigen Wasserstoff fort und es blieb nur Essig übrig. —

Ganz so ging es dem Chemiker, als er Zucker in Alkohol verwandelte. Er hat auch hier nicht den Alkohol gemacht, sondern er nahm nur dem Zucker eine Portion

Kohlenstoff und Sauerstoff fort und führte diese als Kohlensäure hinaus, dadurch blieb vom Zucker nur der Alkohol übrig. Man kann auch hier sich vorstellen, daß Zucker nur Alkohol ist, der zuviel Kohlenstoff und Sauerstoff hat und daß demnach der Zucker als Alkohol erscheint, sobald man das fortnimmt, was er zuviel besitzt.

Freilich könnte man sich denken, es müßte hiernach eine Kleinigkeit sein, aus Essig Alkohol und aus Alkohol Zucker zu machen. Dem Essig brauchte man nur Wasserstoff zuzubringen um ihn wieder Alkohol werden zu lassen und dem Alkohol brauchte man nur Kohlensäure zu geben, damit er Zucker werde. Aber hier eben liegt der Knoten. Man kann zwar in eine Flasche mit Essig eine Portion Wasserstoff hineinpumpen und die Flasche gehörig zustopfen, um den Wasserstoff nicht hinauszulassen, aber das würde nicht die Spur helfen, wenigstens nicht zum Zweck führen, denn bis jetzt ist kein Chemiker im Stande, den Essig zu zwingen, daß er sich mit Wasserstoff zu einer chemischen Verbindung bequeme. Ganz ebenso wenig würde die Kohlensäure sich organisch mit dem Alkohol verbinden, wie wir denn sehen, daß in unserem Champagner Weingeist und Kohlensäure Jahre lang recht fest verpfropft in einer Flasche leben, ohne sich zu Zucker zu verbinden.

Schon anders klingt die Antwort auf die Frage: ob man ebenso gut aus Zucker Stärkemehl machen kann, wie man aus Stärkemehl Zucker macht.

Diese Frage muß man zwar für jetzt auch mit Nein! beantworten; allein die Antwort ist um es diplomatisch zu sagen, nur eine provisorische. Man kann dies vorläufig nicht; aber es ist wohl möglich, daß heute oder morgen eine Erfindung der Art gemacht wird.

Unsere Leser werden sich erinnern, daß wir nachgewiesen haben, wie bei der Verwandlung des Stärkemehls

in Zucker nichts von den Bestandtheilen des Stärkemehls fortgenommen worden ist, sondern daß nur durch die Anwesenheit der Schwefelsäure oder des Malzausgusses, die Diastase heißt, die Bestandtheile des Stärkemehls umgelagert worden sind. Man hat dadurch, so zu sagen, die kleinsten Theilchen der Bestandtheile aus der vorherigen Lage gerissen und sie anders geordnet. Nun ist zwar dieses Kunststück noch unerklärt und räthselhaft; aber soviel steht fest, daß sehr leicht Zufall oder Scharfsinn dahin führen kann, ein Verfahren ausfindig zu machen, wie man die Bestandtheile des Zuckers wieder anders umlagern oder so zu sagen zurecht rücken kann, so daß sie wieder so zu liegen kommen, wie sie im Stärkemehl gelegen haben, und in solchem Falle — der gar nichts Unwahrscheinliches an sich hat — wird ohne allen Zweifel der Zucker wieder Stärke geworden sein.*)

Und doch darf die Wissenschaft die Hoffnung nicht aufgeben, daß sie dereinst wird organische Stoffe künstlich erzeugen können; denn Anfänge hierzu sind bereits vorhanden.

Schon vor längerer Zeit ist es dem verdienstvollen deutschen Chemiker Wöhler gelungen den Harnstoff herzustellen, den Stoff, der dem Harn der Thiere seinen eigenthümlichen Charakter verleiht. Da dies ein Stoff ist, der sich nur im lebenden Thierkörper bildet und in

---

*) Anmerkung zur zweiten Auflage.

In neuerer Zeit hat Professor Schacht in Bonn die Entdeckung gemacht, daß in Pflanzen diese Rückbildung des Zuckers in Stärkemehl vorkomme. — Diese Verwandlung künstlich zu erzeugen stößt bei näherer Erwägung noch auf die Schwierigkeit, aus einem Stoff wie Zucker, der Kristall-Form besitzt, einen Stoff wie Stärkemehl zu machen, das die Zellen-Form hat. — Die Möglichkeit des Gelingens schließt dies indessen keineswegs aus. —

seiner Zusammensetzung auch den Charakter des Organischen an sich trägt, so ist die Herstellung desselben auf künstlichem Wege und aus unorganischen Substanzen mit vollem Recht als ein bedeutender Schritt der Wissenschaft betrachtet worden.

Die neuere Zeit ist aber dem Ziele noch um ein bedeutsames Stück näher gekommen, indem es den französischen Chemikern gelungen ist, eine Reihe von Säuren, Alkohol- und Aether-Arten künstlich aus unorganischen Stoffen zu machen, die bisher nur auf dem oben angedeuteten Wege der Verwandlung organischer Substanzen hergestellt werden konnten.

Es liegt der Aufgabe unseres Schriftchens fern den Weg darzuthun, auf welchem diese neuesten Resultate erzielt worden sind; wir wollten nur des Einen Umstandes erwähnen, der uns einen Fingerzeig zu enthalten scheint, auf welcher Bahn der weitere Fortschritt sich bewegen wird, und welche eigenthümliche Kraft, die wir schon kennen, berufen scheint, eine große Rolle in der Zukunft zu spielen.

Bei den merkwürdigen Entdeckungen der französischen Chemiker sind es bisher zwei Stoffe gewesen, welche sich besonders wirksam in dem Kunststück, organische Verbindungen zu schaffen, gezeigt haben; es sind dies Schwefel-Kohlenstoff und Chlor-Kohlenstoff. — Jeder dieser Stoffe besitzt nun die Eigenschaft in hohem Grade, chemisch verbundene Stoffe, mit welchen sie in Berührung gebracht werden, zu trennen; aber auch den getrennten Stoffen sofort eine starke Verbindungslust mit andern Stoffen zu verleihen. Da wir nun bereits früher erwähnt haben, wie ein chemischer Stoff, der eben erst aus dem ehelichen Verhältniß mit einem andern vertrieben worden ist, ganz besondere Lust hat eine neue Ehe einzugehen und in dieser

Begierde auch zu verbinden, gar nicht wählerisch ist, wenn er sie nur sofort befriedigen kann, so haben wir Ursache zu vermuthen, daß der bei den neueren Entdeckungen mitspielende Schwefel-Kohlenstoff und Chlor-Kohlenstoff nur so wunderbar wirken, durch diese ihre Eigenschaft den getrennten Stoffen eine ihnen sonst nicht inne wohnende Verbindungslust einzuimpfen.

Wenn diese unsere Vermuthung richtig ist, so wäre man der Kunst der organischen Chemie sehr nahe auf den Fersen. — Wir haben es oben bereits im Kapitel über den Stickstoff dargethan, wie dieser Stoff eigentlich sehr ungesellig ist und keine Lust hat, chemische Verbindungen einzugehen; wie man ihm aber, z. B. bei der Fabrizirung von Salpetersäure, auflauert und den Moment, wo er eben frei wird, benutzt, um ihn schnell einzufangen. Aus diesem bereits bekannten Umstand hat man längst die richtige Lehre gezogen, daß Stoffe im Augenblick des Freiwerdens ganz andere Verbindungs-Eigenschaften besitzen, als wenn man ihnen Zeit zum Besinnen gönnt. — Hiernach ist es wohl möglich, daß das besondere chemische Kunststück der Pflanzen nicht in einer aparten Art von Chemie besteht, sondern nur in dem Umstand, daß in der Pflanze Trennung und Wiederverbindung unmittelbar auf einander folgen und darum solche Verbindungs-Eigenschaften und solche Produkte erzeugt werden, wie wir sie bisher nicht künstlich erzeugen konnten. —

Sollte es sich bestätigen, daß die erwähnten Eigenschaften des Schwefel-Kohlenstoffs und Chlor-Kohlenstoffes eine Hauptrolle bei den Entdeckungen der neueren Chemie spielen, so wird man bald auf diesem Wege noch weiter gehen und wenn auch nicht Pflanzen, so doch mindestens Pflanzenstoffe wichtigster Natur künstlich herstellen. —

Die Zeit ist wahrscheinlich nicht gar fern, wo man Zucker, vielleicht auch Stärkemehl, eben so gut aus unorganischen Stoffen herstellen wird, wie man schon jetzt den Alkohol, den Aether in mehrfachen Arten herstellen kann; und gelingt es gar noch stickstoffhaltige organische Verbindungen künstlich aus unorganischen Stoffen zu erzeugen, so wird die Kunst der Chemie erst recht mit der Landwirthschaft zu konkurriren anfangen. —

LVII. Die Bedeutung der Chemie als Wissenschaft.

Bevor wir nunmehr unser diesmaliges Thema verlassen, wollten wir noch zeigen, wie übergroß das Gebiet der Chemie bereits ist und wie unendlich groß noch die Aufgabe ist, die sie sich zu stellen hat und auch schon stellt.

Man kann in vollem Sinne des Wortes sagen: die Chemie ist so unendlich wie die Welt.

Alles, was wir bisher unsern Lesern in kurzen Umrissen vorgeführt haben, ist im Grunde genommen nichts als ein schwaches Bild der Verwandlungen, welche vier Urstoffe annehmen können. Wir haben so eigentlich nur mit Sauerstoff und Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff etwas zu thun gehabt, und haben diese in ihrem Wesen als unorganische wie als organische Verbindung in einigen Pflanzenstoffen gezeigt. Es giebt aber, wie bereits erwähnt, mehr als 60 Urstoffe und jeder dieser Stoffe spielt eine Rolle in der Welt und muß von der Wissenschaft in all seinen Verbindungen betrachtet werden; und wenn nicht jeder dieser Stoffe gleiche Wichtigkeit in der Welt hat, so

ist doch wohl klar einzusehen, daß die große Zahl derselben das Gebiet der Wissenschaft unendlich erweitert.

Aber wäre man auch mit diesen Stoffen schon fertig, so bliebe doch noch ein unübersehbares Feld des Forschens, um all die Räthsel zu lösen, die sich in jedem einzelnen Stoffe zeigen. Der gründliche Chemiker beruhigt sich nicht mit der Thatsache, daß Kohlenstoff die Neigung hat, sich mit dem Sauerstoffe der Luft zu verbinden und daß diese Verbindung im Verbrennen vor sich geht. Er fragt sich, was ist denn diese räthselhafte Neigung? Warum verbindet sich mit einer bestimmten Portion Kohle nur eine ganz genau bestimmte Portion Sauerstoff zu Kohlensäure? Was geht denn vor im Moment dieser Verbindung? Liegen in der Kohlensäure die Kohle und der Sauerstoff neben einander in unsichtbaren kleinen Theilchen geordnet, oder durchdringen sie einander der Art, daß selbst ein Mikroskop, das unendlich vergrößert, kein Theilchen beider Stoffe zeigen würde? Die Wissenschaft hat höchst sinnreiche Gesetze der Verbindungen aufgefunden, die sich immer mehr und mehr bestätigt haben; allein der Grund dieser Gesetze ist im höchsten Grade räthselhaft. In der neuesten Zeit sind herrliche Entdeckungen gemacht, die dahin führen, daß die Chemie und Elektrizität sehr nahe verwandt sind; aber es fragt sich, ob beide eines und dasselbe sind, oder ob die Chemie nur eine Erscheinung der Elektrizität oder ob die Elektrizität nur eine Erscheinung der Chemie ist oder ob gar beide — was wahrscheinlicher ist — nur die Erscheinungen einer uns noch ganz unbekannten Kraft sind?

Nicht minder sind höchst auffallende Entdeckungen gemacht worden über den Zusammenhang des Gewichts der Urstoffe zu der Art ihrer chemischen Verbindung. Aber auch dieses sind noch große Räthsel, die ihrer wissen-

schaftlichen Lösung harren. Noch interessanter sind die neuesten Entdeckungen, die darthun, daß ein ganz enger Zusammenhang besteht zwischen der Fähigkeit eines Urstoffes sich chemisch mit einem andern zu verbinden und der Fähigkeit desselben Urstoffes sich zu erwärmen. Allein auch dieses Gesetz, — das wissenschaftlich so ausgedrückt wird, daß die Atom-Gewichte eines Urstoffes multiplizirt mit seiner spezifischen Wärme immer eine und dieselbe Zahl ergeben — ist noch unergründet und erwartet noch seinen scharfsinnigen Meister, der es genau nachweist und erklärt. —

Die Wissenschaft der Chemie ist selbst im jetzigen bereits unübersehbaren Umfang doch erst noch an der Pforte ihres erhabenen Gebietes!

Begeben wir uns gar auf das Feld der Chemie der Pflanzenstoffe, der organischen Chemie, so erweitert sich die Aufgabe bis zu ganz unübersehbaren Grenzen. Was man sonst Philosophie oder leider Gottes oft gar Theologie nannte, ist jetzt für den Naturforscher zu einem leeren Spiel mit Masken und irrigen vorgefaßten Meinungen herabgesunken. Was man sonst Leben und Lebenskraft nannte und in früheren Zeiten durch philosophische Spekulationen und fromme Offenbarungen erkannt haben wollte, das hat jetzt die Naturwissenschaft und namentlich die Chemie vor ihre Schranken gerufen und versucht ihre Kraft an dieser höchsten Aufgabe des menschlichen Geistes. Nicht umsonst ist jetzt das Studium der sogenannten Philosophie zu einer Kuriosität herabgesunken, seitdem die Entdeckungen der Naturwissenschaften die alten Hirngespinnste Lügen gestraft haben; nicht umsonst eifert die überfromme Theologie gegen die „unchristliche" Naturwissenschaft, die nicht umkehren will. Unter diesen nimmermehr „umkehrenden" Wissenschaften nimmt die Chemie einen Hauptplatz

ein und fühlt sich so sicher bereits in ihrem Siege, daß sie schweigend fortschreitet, selbst wenn ein frommer Herr mit der Bibel in der Hand den Beweis führt, daß Wasser nicht aus Sauerstoff und Wasserstoff gemacht werden kann.

LVIII. Die höchste Aufgabe der Thier-Chemie.

Noch weit erhabener und unübersehbar erscheint das Gebiet der Chemie, wenn man sich auf das Feld begiebt, das von ihren Meistern erst in den letzten Jahrzehnten betreten worden ist, wir meinen das Feld der Thier-Chemie, der physiologischen Chemie.

Wenn schon in den Pflanzen die Chemie eine so unübersehbare Rolle spielt, wenn sie schon dort aus der verschiedenen Zusammenstellung der vier Urstoffe, die wir in Betracht gezogen haben, eine so unendliche Reihe von verschiedenen Pflanzengattungen und Pflanzenstoffen erzeugt, daß die Forscher ermüden, ihre Grenzen aufzusuchen, — so ist das, was die Chemie in der Thierwelt erzeugt, von noch gar nicht übersehbarer Ausdehnung.

Wollten wir jetzt schon dem Volke einige Resultate dieses herrlichen Zweiges der Wissenschaft vorführen, so müßten wir, der Wahrheit getreu, mit dem Bekenntniß beginnen, daß diese Wissenschaft noch nicht einmal so weit ist, die bloße Materie ihrer Aufgabe zu überblicken, geschweige denn, sie einzutheilen und mit Sicherheit zu ordnen.

In der Pflanzen-Chemie ist mindestens das Räthsel bekannt, dessen Lösung die Forscher suchen; in der Thier-Chemie ist selbst das Räthsel noch unbekannt in seinen einzelnen Theilen und es gehört die große Geduld und Ruhe und Ausdauer, und Treue und Liebe dazu, die nur

die ernstliche Forschung gewähren kann, um nur einigermaßen die Aufgabe in den kleinsten Theilen zur Anschauung zu bringen.

Ein Stückchen Fleisch von der Größe eines Nadelkopfes ist für den Forscher, der es mit dem Mikroskop untersucht, ein noch unübersteigbarer Berg, über den sich Frage über Frage aufthürmt. Es ist ein Gewirre von unendlich feinen Nervenfasern, deren es drei Klassen giebt, und jedes Nervenfäserchen hat eine Hülle, einen Schaft und ein Mark, von denen jedes besonders untersucht werden muß, da es sicherlich auch verschiedener chemischer Beschaffenheit ist. Durch dieses Gewirr von Nervenfäserchen schlängelt sich ein anderes Gewirr von fast unsichtbaren Blutgefäßen, von Aederchen, deren es wiederum zwei Gattungen giebt, deren beiderseitige Grenzen man nicht einmal kennt. Dieses Gewirr von Nervenfasern und Blutgefäßen durchschlängelt das Muskelfleisch, das wiederum aus einer großen Reihe vereinzelter Gebilde besteht. Da sind längsgestreifte Muskelfasern, die perlenschnurartig gereiht sind, und von denen jede in einer Hülle liegt. Von Hülle zu Hülle laufen wieder Querfasern, deren Natur wieder anders ist als die Fasern, die der Länge nach laufen. Dazwischen befinden sich Bindegewebe von wiederum anderer Natur und chemischer Beschaffenheit, und all' das ist umhüllt von einer erst durch Liebig entdeckten Flüssigkeit, die nicht Blut und nicht Fleisch ist. —

Will nun die Wissenschaft mit jener Gewissenhaftigkeit zu Werke gehen, welche ihr ziemt, so darf sie es jetzt nicht mehr machen wie ehedem, wo sie ein ganzes Stück Fleisch in Pausch und Bogen untersuchte und die chemischen Bestandtheile von sammt und sonders bekannt machte, sondern sie hat vorerst die unendlich schwierigere Aufgabe jeden Theil zu sondern, ein Stückchen Fleisch, das für

das bloße Auge kaum sichtbar ist, in mehr als zwanzig verschiedene Gebilde zu trennen; jeden getrennten Theil in seinen verschiedenen Gestalten zu untersuchen; jede Gestalt von neuem einer Untersuchung zu unterwerfen, und erst dann auf eine Reihe von fast übermenschlichen Mühen und Forschungen gegründet an die Frage zu gehen: wie wirken all' diese vereinzelten Gebilde zu und aufeinander ein?

Wie aber, wenn zu all' den Untersuchungen noch die Frage hinzutritt, ob nicht in dem unter dem Mikroskop liegenden Stückchen todten Körpertheil ganz andere Beziehungen obwalten, als in demselben während des Lebens thätig sind?

Gewiß, der Laie erschrickt vor der Unmasse von Schwierigkeiten und Fragen, der Mühen und Forschungen, die sich berghoch aufthürmen, wenn man auch nur das kleinste Gebilde der Thierwelt bis zu den Grundbestimmungen verfolgen soll. Wer sich einen Vorbegriff derartiger Arbeiten verschaffen will, der blicke einmal in die neuesten Werke dieses Faches. Es wird ihn Erstaunen und Bewunderung erfassen vor dem Geistes- und Forscherdrang, der in dieser Wissenschaft leben muß, wenn er sieht, wie Hunderte von Gelehrten sich vereinen müssen in ihren Bestrebungen, um dieser erhabenen Wissenschaft auch nur einen Schritt weiteren Raum abzugewinnen; aber er wird auch eine Ahnung erhalten von dem großen Geist der Wahrhaftigkeit und Treue, der in der Wissenschaft waltet, die nicht sich und andere täuschen und nicht mit leeren Worten die Lücken verdecken und die Grenzen verwischen will, die der jetzigen Erkenntniß gesteckt sind.

Aber Eines wird er gewahren, daß es vorwärts geht. Langsam und nach allen Seiten hin zerstreut, bewegt sich dieser Zweig der Wissenschaft, der in innigster

Berührung mit allen Naturwissenschaften steht; aber die Jünger derselben sind nicht wenig. In Deutschland, England und Frankreich hat die Wissenschaft der Thier-Chemie ihre treuen Verehrer und unermüdlichen Jünger. Viele tausend Mikroskope suchen und untersuchen Stoffe der Thierwelt, um des Lebens innerste Geheimnisse an dem Stoffe zu erforschen. Viele Namen, dem Volke unbekannt, viele Männer, vom Volke unbeachtet, sind Zierde und Stolz der Wissenschaft geworden. Wie im gesellschaftlichen Leben, hat auch im wissenschaftlichen die Theilung der Arbeit stattgefunden, in welcher jeder auf seinem Posten treu ausharrt, bis ein großer Meister kommt, der Theil zu Theil fügt und zur Einheit des Geistes gestaltet, was jetzt die Geister des Einzelnen hegen.

Und nun schließen wir unser Thema „ein wenig Chemie" mit dem Wunsche, daß wir durch unsere Darlegung Liebe und Verehrung zur Wissenschaft, ihren Jüngern und Meistern und Geistern im Volke angeregt und den Gedanken befestigt haben, daß die Welt im Fortschritt und die Wissenschaft nicht im Umkehren begriffen ist.

Druck von Franz Duncker's Buchdruckerei in Berlin.

Naturwissenschaftliche Volksbücher.

Band XI.

Aus dem Reiche der Naturwissenschaft

von

A. Bernstein.

Band V.

Aus dem Reiche

der

Naturwissenschaft.

Für

Jedermann aus dem Volke

von

A. Bernstein.

Fünfter Band.

Von den geheimen Naturkräften. II.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
(W. Besser's Verlagshandlung.)
1855.

Inhaltsverzeichniß.

Von den geheimen Naturkräften. II.

Seite

I. Die verschiedenen elektrischen Batterien.

Indem wir von den Wirkungen der elektromagnetischen Kraft nunmehr einen kleinen Umriß gegeben haben, wollen wir uns zu einer andern Wirksamkeit des elektrischen Stromes wenden; wir müssen jedoch zuvor noch mit einigen Worten auf einen Hauptpunkt aufmerksam machen, den wir des leichtern Verständnisses halber bisher absichtlich vermieden haben.

Wir haben bisher immer von den elektrischen Strömen gesprochen, die in einer aus Kupfer und Zink gebildeten Säule, die man die Voltaische Säule nennt, hervorgerufen werden. In der That aber ist solch eine Säule durch die Fortschritte der Wissenschaft ganz außer Gebrauch gekommen.

Die Voltaische Säule hat schon in ihrer Aufstellung viel Unbequemlichkeit und ist in ihrer Wirkung außerordentlich unbeständig. Die feuchten Scheiben, die man zwischen jedes Plattenpaar legen muß, werden von den darüber liegenden Platten gepreßt, so daß sie zu schnell trocken werden und die Elektrizität nicht leiten. Außerdem fließt das Wasser über alle Platten hinab und bildet so eine Nebenleitung der Elektrizität, wodurch viel von der

Kraft verloren geht. Endlich ist die Wirkung im Verhältniß zu den Kosten zu gering und außerdem steht die Summe der elektrischen Kraft, die sie entwickelt, mit den mannigfachsten Zwecken, zu welchen sie verwendet wird, nicht immer im richtigen Maße.

Man hat deshalb schon seit längerer Zeit andere Apparate in Gebrauch, die bequemer, billiger und je für den bestimmten Zweck wirksamer sind; so daß in der That zu den meisten von uns angeführten Versuchen die Voltaische Säule unpraktisch geworden ist.

Die Apparate, die man jetzt in Gebrauch hat, sind je nach dem Zwecke verschieden, sie beruhen aber alle auf dem Prinzip, daß man zwei Stoffe oder Metalle, die bei ihrer Berührung Elektrizität entwickeln, in leitende Verbindung setzt und außerdem zwei Drähte an dieselben befestigt, die, wenn man deren Enden an einander bringt, die Kette schließen und den elektrischen Strom zirkuliren lassen.

Um sich eine einfache Kette dieser Art selbst zusammenzustellen, braucht man nur ein Stück Kupferblech und ein Stück Zinkblech so in ein gewöhnliches Trinkglas zu stellen, daß sich die Metalle nicht berühren. Oben löthet man an jedes Metall ein Stück Draht an, und gießt das Glas voll Wasser, worin ein wenig Schwefelsäure gemischt ist. Schon solch ein einfacher Apparat ist eine Quelle eines elektrischen Stromes. Der Draht am Zinkstück ist der positive Pol, der am Kupferstück ist der negative Pol, und bringt man diese Pole in Berührung, so läßt sich durch Instrumente, von denen wir sogleich sprechen werden, die elektrische Strömung sehr stark erkennen.

Diesen einfachen Apparat kann man außerordentlich verstärken, wenn man mehrere Gläser mit gleichen Metall-Stücken neben einander stellt und immer das Stück Zink

des einen Glases und das Stück Kupfer des andern Glases durch einen angelötheten Metalldraht verbindet; dadurch entsteht eine ganze Batterie, die, wenn sie recht zahlreich ist, von ganz außerordentlicher Wirksamkeit sich zeigt.

Eine eigene Art von Apparat erhält man, wenn man eine sehr dünn gewalzte lange Zinkplatte auf den Tisch legt, darauf eine Platte Tuch, auf diese wiederum eine sehr dünn gewalzte Platte Kupfer bringt und diese ganze Lage so wie sie ist auf ein Stück Stock von Holz aufrollt. Bringt man dann diesen mit Zink, Kupfer und Tuch umwickelten Stock in ein Gefäß mit angesäuertem Wasser und führt zwei Drähte aus den aufgerollten Metallen heraus, so bilden diese eigentlich die Pole eines einzigen sehr großen Plattenpaares, das aber wegen seiner Größe so wirksam ist, daß man mit solchem Apparat am besten die Glüh-Erscheinungen von Metalldrähten zeigen kann. —

Diese sehr einfachen Apparate sind jedoch dadurch sehr unbrauchbar, daß das angesäuerte Wasser sofort chemisch auf das Zink einwirkt und dieses auflöst. Die Ketten dieser Art wirken daher anfangs sehr stark, verlieren aber sofort mehr und mehr von ihrer Kraft, so daß ihr Gebrauch kostspielig und unsicher ist.

Man hat deshalb darauf gesonnen, beständigere, das heißt, weniger den Veränderungen ausgesetzte Ketten herzustellen und dies ist am besten gelungen in der Bunsenschen Batterie, die nicht aus Zink und Kupfer, sondern aus Zink und Kohle zusammengesetzt ist.

Man muß es nämlich wissen, daß nicht etwa Zink nur in Berührung mit Kupfer elektrische Trennung bewirkt, sondern daß Zink in Berührung mit Kohle noch weit stärker in der Wirkung ist. Um recht haltbare Kohle der Art zu erhalten, wird diese eigends hierzu aus aus-

gebranntem Koaks und fetter Steinkohle zusammengerieben, geformt und gebrannt, wodurch sie bei gehöriger Behandlung sehr hart wird. — Man macht nun einen Kohlen-Zylinder, den man in ein Glas stellt. In diesen Zylinder setzt man einen Becher aus gebranntem Thon, und in diesen Becher einen Zink-Kolben. In das Glas gießt man wasserfreie Salpetersäure, während man in den Thonbecher Wasser, mit etwas Schwefelsäure versetzt, thut. Ein Paar Drähte, die von der Kohle und vom Zink hergeleitet werden, sind nun die Pole dieser Kette, durch deren Schließung sichere und keiner bedeutenden Veränderung unterworfene Strömungen von Elektrizität hervorgerufen werden.

In geringen Abänderungen ist die Bunsensche Kette sehr geeignet, zu einer ganzen Batterie mehrerer solcher Ketten verbunden zu werden und ihre Wirkung ist so vortrefflich, daß man meist jetzt mit solchen arbeitet.

Indem wir nunmehr im nächsten Artikel ein neues Feld der Wirksamkeit elektrischer Ströme betrachten wollen, müssen wir zuvor unsere Leser noch mit einem einzigen wichtigen Instrument bekannt machen und bitten um ihre Aufmerksamkeit hierfür mit der Versicherung, daß gerade dieser Zweig der elektrischen Wirksamkeit vielleicht das Bedeutsamste ist, das die neuesten Forschungen hervorgebracht haben.

II. Wie man die Stärke elektrischer Ströme messen kann.

Das Thema, zu dem wir uns jetzt wenden wollen, ist die thierische Elektrizität und das Instrument, das wir vorher noch unsern Lesern vorführen müssen, ist

der Elektrizitäts-Messer, das heißt: ein Instrument, mit welchem man die Stärke der Elektrizität messen kann.

Im Großen kann man die Elektrizität durch Schätzung messen. Eine Elektrisirmaschine wird geschätzt nach der Länge ihrer Funken. Man braucht nur Elektrisirmaschinen in Bewegung zu setzen, die Sammelkugeln zu laden, und mit dem Knöchel des Fingers denselben nahe zu kommen, um zu sehen, daß die eine erst einen Funken giebt, wenn man den Knöchel bis auf einen Zoll der Kugel nähert, während eine andere schon in der Entfernung von zwei, drei, vier oder noch mehr Zoll einen Funken überspringen läßt. Ja, es giebt Elektrisirmaschinen, wie z. B. die von Winter in der polytechnischen Schule zu Wien und die von Van Marum in Harlem, aus welchen man vermittelst geeigneter Funkenzieher vier Fuß lange Funken ziehen kann.

Die galvanische oder strömende Elektrizität schätzt man ebenfalls im Großen nach ihren Wirkungen. Bei der einen Kette findet man, daß sie nur einen dünnen und kurzen Draht zu glühen im Stande ist, während bei der anderen schon ein dickerer und längerer ins Glühen geräth.

Allein bei den Versuchen, die wir jetzt vorführen wollen, spielt ein oft sehr feiner Strom, der sich nicht so leicht abschätzen läßt, seine große Rolle, und deshalb ist ein feineres Instrument zur Messung nöthig; ein Instrument, das auch zugleich anzeigt, ob man es mit einem Strom negativer oder positiver Elektrizität zu thun hat.

Wir haben bereits erwähnt, daß wenn man eine Magnetnadel, welche auf einem feinen Stift hin und her balanciren kann, sich selbst überläßt, sich die eine Spitze des Magneten nach Norden, die andere nach Süden stellt. Bringt man eine solche Magnetnadel in eine Schachtel mit Glasdeckel, so hat man einen gewöhnlichen

Kompaß. Wie man auch solchen Kompaß drehen mag, der Magnet wird seine Lage nicht ändern und immer nach Nord und Süd zeigen. Ganz anders aber ist es, wenn man solchen Kompaß in die Nähe eines Drahtes bringt, durch welchen ein elektrischer Strom hindurchgeht. Gesetzt man legt den Draht auch von Nord nach Süd, so daß er in ganz gleicher Lage mit dem Magneten sein müßte, so stellen sich beim Annähern des Kompasses an den Draht folgende Erscheinungen heraus.

Hält man den Kompaß über den Draht, so lenkt die Nadel von ihrer Richtung ab und ihr Nordpol stellt sich nach Osten hin; hält man den Kompaß unter den Draht, so lenkt die Nadel gleichfalls von ihrer Richtung ab, aber der Nordpol stellt sich nach Westen hin.

Ueber den Grund dieser Erscheinung ist man nicht vollkommen sicher, wie denn überhaupt die Elektrizität und der Magnetismus noch zu den für uns geheimnißvollen Kräften der Natur gehören. Wir wollen uns deshalb enthalten, Theorien, wenn sie auch höchst interessant und reizend für den denkenden Menschen sind, hier vorzuführen und uns mit der Thatsache begnügen, daß es so ist, denn aus der Thatsache selbst sind vorerst glänzende Resultate genug an das Tageslicht getreten.

Die Ablenkung der Magnetnadel ist also an sich schon eine gute Prüfung, ob überhaupt ein Strom in einem Drahte vorhanden ist, und Viele, die solche Ströme gewerblich benutzen, z. B. alle diejenigen, die sich mit galvanischer Vergoldung und Versilberung beschäftigen, bedienen sich eines solchen Kompasses, um zu sehen, ob ihr Apparat in Thätigkeit ist, was sie mit bloßem Auge nicht unterscheiden könnten, da sie zu ihrem Gewerbe nur sehr schwache Ströme brauchen.

Zu wissenschaftlichen weiter gehenden Versuchen ist

jedoch eine bedeutende Verfeinerung des Instruments nöthig. Zu diesem Zwecke bringt man einen solchen Kompaß, der außerordentlich fein gearbeitet sein muß, in der Mitte eines aufrecht stehenden breiten Ringes von Messing an. Man stellt nun den Ring, der an einem Gestell angebracht ist, so, daß er mit beiden Krümmungen nach Nord und Süd zeigt oder richtiger, daß seine Ebene mit der des Magneten in gleicher Richtung ist. Läßt man nun durch den Ring, der unten am Gestell in zwei gesonderte Streifen ausläuft, einen elektrischen Strom hindurch, das heißt, bringt man die beiden Enden des Ringes mit den zwei Polen einer galvanischen Kette in Berührung, so entsteht in der Magnetnadel eine Art geheimnißvollen Kampfes. Der Magnetismus der Erde bewirkt, daß die Nadel nach Nord und Süd gerichtet bleibt; der elektrische Strom in dem Ringe aber wirkt dahin, daß die Nadel sich nach Ost und West hinrichtet. Die Nadel also weicht, je nachdem der elektrische Strom stark oder schwach ist, mehr oder weniger von ihrer Lage ab und stellt sich schief zwischen Nordost und Südwest. Je nachdem also die Ablenkung bedeutend ist oder nicht, je nachdem kann man schließen, daß der elektrische Strom stärker oder schwächer ist.

Bei weitem freier und empfindlicher noch wird das Instrument, wenn man die Kompaß-Schachtel selber mit sehr vielen Windungen von umsponnenen Drähten umgiebt und den Strom durch diese Draht-Windungen leitet. Der Strom, der durch so viele Windungen geht, wirkt auf die Nadel noch stärker und es verräth sich selbst eine ganz schwache elektrische Strömung durch die Ablenkung der Magnetnadel. Nun aber ist es eine Eigenthümlichkeit, die wir hier nur flüchtig erwähnen dürfen, daß, je nachdem die Windungen rechts oder links laufen, es sich sogleich aus der Ablenkung der Nadel ergiebt, ob der Strom von

negativer oder positiver Elektrizität ist, indem in dem einen Falle die Nadel nach rechts, in dem andern nach links von der Nord- und Süd-Linie abweicht.

Dieses empfindliche Instrument ist durch große Sorgfalt von dem vorzüglichsten Forscher der thierischen Elektrizität, dem hiesigen Gelehrten Du Bois-Reymond, noch verfeinert worden und durch dieses hat er die herrlichen und vielversprechenden Entdeckungen gemacht, von denen wir nun sprechen wollen.

III. Thierische Elektrizität.

Wenn man sich von dem, was man thierische Elektrizität nennt, in leichter Weise unterrichten will, so thut man gut, auf die Geschichte der Entdeckung einen Blick zu werfen.

Es ist nämlich merkwürdig, daß die erste Entdeckung auf diesem Gebiete, die bereits im Jahre 1786 gemacht wurde, eine dunkle Vorstellung in der Wissenschaft verbreitete, die zu Anfang ungeheueres Aufsehen erregte, daß sie aber dann als eine ganz falsche angesehen wurde und eine große Reihe von Jahren fast ganz unbeachtet blieb, und daß man erst in neuerer Zeit wieder der ersten Entdeckung Gerechtigkeit widerfahren ließ und sie zur Grundlage einer großen Reihe von vorzüglichen Forschungen wichtigster Art machte.

Die Sache verhält sich folgendermaßen.

Im Jahre 1786 kannte man nur die Reibungs-Elektrizität, die wir bereits unsern Lesern vorgeführt haben. Da machte der Professor Ludwig Galvani in Bologna die Entdeckung, daß ein paar Frosch-Schenkel, die er so abgeschnitten hatte, daß sie nur noch an zwei Nervenfäden

mit dem Wirbelknochen zusammenhingen, zu zucken anfingen, so oft er die Schenkel mit einem Kupferdraht berührte, während die Nerven mit Eisen in Berührung kamen, woran der Kupferdraht befestigt war.

Um diesen Hauptversuch deutlicher kennen zu lernen, müssen wir uns denken, daß man einen Streifen Eisen oder Zink mit einem Streifen Kupfer an irgend einer Stelle zusammenlöthet; berührt man nun gleichzeitig mit dem einen Metallende den Nerv, mit dem andern Metallende den Schenkel, so zuckt der Schenkel, als ob noch Leben in ihm wäre.

Und wirklich dachte sich Galvani und behauptete es auch, daß dieses Zucken eine Art Lebenszeichen wäre. Er stellte nämlich die Lehre auf, daß in den Nerven eine Art Lebenskraft oder Flüssigkeit vorhanden sei, die während des Lebens die Bewegungen der Muskeln hervorrufe, zu welchen die Nerven hingehen. Diese Lebensflüssigkeit sei auch kurze Zeit nach dem Tode nicht erloschen und werde wieder erweckt, wenn man sie reize, und die Reizung eben werde durch die Berührung des Metalls hervorgerufen, welches wie ein Leiter hierbei wirke.

Wie es in allen Zeiten mit wichtigen Entdeckungen geht, daß man nämlich ihre Wichtigkeit und Wahrheit meist übersieht und ihre Uebertreibung als die Hauptsache aufnimmt, welche sofort die überspanntesten Köpfe zu den schwindelndsten Hoffnungen hinreißt, so ging es auch hier. Der Gedanke, daß man das große Geheimniß des Lebens in einem Lebenssafte, einer Lebensflüssigkeit vor sich habe, und daß diese Lebensflüssigkeit geweckt, selbst in Leichen erweckt werden könne, dieser Gedanke erregte das höchste Aufsehen und je weiter dieses Aufsehen um sich griff, um so eifriger war die Uebertreibung bemüht, die Phantasie

der neugierigen Menschheit mit neuen Uebertreibungen anzuspannen.

Als es wirklich gar gelang, den Körper eines enthaupteten Verbrechers durch galvanische Reizung — so nannte man nämlich diese nach dem Namen des Entdeckers — zu lebensähnlichen Bewegungen und Zuckungen zu bringen, da war dem Spiel der Phantasie Thür und Thor geöffnet und es ging wie ein Zauberschlag durch die damalige gebildete Welt der Wahn, daß man durch Galvanismus selbst den Tod müsse besiegen können.

Galvani selber hatte freilich nur die Behauptung aufgestellt, daß Nerv und Schenkel des Frosches von einem Lebensstrom gewissermaßen elektrisch geladen seien, wie eine Leidener Flasche, die wir unsern Lesern vorgeführt haben. Er meinte, daß die Berührung der Metalle nur eine Entladung hervorbringe, also eigentlich nur als Leiter wirke. Die Wundersüchtigen der damaligen Zeit dagegen verdunkelten durch ihre Ueberspanntheit diese einfache Anschauung des Professors und wollten alle Räthsel des Lebens durch dieses eine Räthsel, das sie Galvanismus nannten, enthüllt sehen. Und wirklich sie sahen, was sie zu sehen Lust hatten. —

Da trat ein nüchterner Beobachter und Forscher auf, der der Sache eine ganz neue fruchtreichere Wendung gab, und der Gründer einer ganz neuen Reihe der großartigsten Entdeckungen wurde, und dieser bewies, daß das, was Galvani als eine geheime Kraft bezeichnete, die in den Nerven und Muskeln stecke, dort garnicht vorhanden sei, sondern eben in den Metallen erzeugt werde, die sich berühren. Dieser Forscher war Volta, dessen Namen und großartigen Verdienste wir schon oft unsern Lesern vorgeführt haben und der den Lehrsatz aufstellte, daß die Metalle, die Galvani bei seinem Versuch anwandte, nicht blos

Leiter einer Kraft sind, die im Frosche stecke, sondern daß diese Metalle an ihrer Berührungsstelle die Erzeuger der Elektrizität seien. Volta hatte also durch Galvani's Versuche angeregt, etwas ganz Neues entdeckt, nämlich die Berührungs-Elektrizität, deren Wichtigkeit freilich unendlich groß war, und deren Folgen noch jetzt kaum übersehbar sind.

Wunderbar genug folgte nach der Aufreizung, die Galvani's Entdeckung verursachte, eine Zeit, in welcher man, wie man zu sagen pflegt, das Kind mit dem Bade ausschüttete. Was Volta sah und zeigte, war neu und großartig, aber was Galvani gesehen hatte, war darum doch nicht falsch, obwohl man es als Charlatanerie verschrie.

Lange Zeit zog Volta's Entdeckung das Auge der Forscher ganz auf sich; erst der neuesten Zeit war es vorbehalten, zu beweisen, daß Galvani doch nicht völlig fehlgegriffen hatte, und daß eine thierische Elektrizität wirklich existirt, nicht in den Metallen, sondern in Nerven und Muskeln.

Und von dieser wollen wir jetzt sprechen.

IV. Unterschied der metallischen und der thierischen Elektrizität.

Wie bereits erwähnt, hatte Volta's Entdeckung derart die Aufmerksamkeit der Naturforscher in Anspruch genommen, daß man Galvani's Entdeckung außer Acht ließ.

Jetzt, wo Du Bois-Reymond's vorzüglichen Versuche wieder die eigentliche Forschung Galvani's aufgenommen und zu einem außerordentlich wichtigen Zweig der Wissenschaft gemacht haben, jetzt ist es besonders wichtig, sich den

Unterschied zwischen dem was Volta, und dem was Galvani gelehrt, genau zu merken.

Galvani war durch weitere Versuche zu dem Resultat gekommen zu behaupten, daß wirklich ein elektrischer Strom zwischen Nerven und Muskeln hervorgerufen werden könne. Er zeigte dies durch den Versuch, daß wenn man die Nerven eines Frosch-Schenkels mit dem Muskel dieses Schenkels in Berührung bringe, dieser Muskel in Zuckung gerathe. Die Metalle, die er anfangs anwendete, hielt er später für überflüssig, wie sie in Wahrheit auch überflüssig sind. Allein Volta, der diese Anwendung der zwei Metalle für die Hauptsache ansah und durch diese auf die große Entdeckung der Berührungs-Elektrizität geführt wurde, übersah ganz die weitere Entdeckung Galvani's und schrieb jede Zuckung des Muskels dem elektrischen Strome zu, der durch die Berührung der zwei Metalle erzeugt wird.

Wenn wir nun jetzt von der thierischen Elektrizität sprechen wollen und die Zuckungen, die die Elektrizität in Muskeln hervorruft, erwähnen, so muß man sehr streng und genau unterscheiden, ob hier von einer Entdeckung Volta's oder einer Galvani's die Rede ist; und dieser Umstand liegt in Folgendem.

Wir haben es bereits früher erwähnt, daß wenn man die beiden Pole einer Voltaischen Säule gleichzeitig berührt, man eine Erschütterung erhält, die ein Zucken verursacht. Während der Berührung der beiden Pole fühlt man nichts weiter; der Strom zirkulirt nun durch den menschlichen Körper, ohne sich bemerkbar zu machen. Erst wenn man den einen Pol wieder losläßt, also die elektrische Kette wieder öffnet, erhält man einen zweiten Stoß.

Diese Erscheinung ist die Entdeckung Volta's. Dieser Versuch hat mit dem etwaigen elektrischen Zustand unserer

Nerven und Muskeln nichts zu thun. Es ist nur eine Wirkung auf unsere Nerven und Muskeln, die wir hier wahrnehmen; nicht aber eine elektrische Aeußerung der Nerven und Muskeln selber. Der Grund dieser Erscheinung liegt in den Metallen und ihrer Berührung, weshalb wir auch diesen Versuch und diese Zuckungen als Wirkungen des metallischen Galvanismus bezeichnen wollen.

Wir werden aber sehen, daß Galvani ganz Recht hatte, wenn er behauptete, es seien keine Metalle nöthig, um den Frosch-Schenkel zum Zucken zu bringen; es existire ein elektrischer Zustand in Nerv und Muskel, der gleichfalls sich unter gewissen Bedingungen äußere. Da dies nunmehr ganz außer Zweifel gesetzt ist, so hat man jetzt ein ganz neues Feld von Naturforschung vor sich, wo es sich nicht um metallisch erzeugten Galvanismus und seine Wirkung auf Nerv und Muskel, sondern um wirkliche Elektrizität handelt, die in Nerv und Muskel hervorgerufen werden kann, also um wirklichen thierischen Galvanismus.

Wir heben diesen Unterschied zwischen metallischem Galvanismus und seiner physiologischen Wirkung sowie dem wirklichen thierischen Galvanismus und seiner wahrscheinlichen lebensthätigen Aeußerung deshalb so stark hervor, weil eine Vermischung dieser zwei verschiedenen Dinge eine heillose Verwirrung in den Köpfen der Uneingeweihten erzeugt und das Verständniß oft außerordentlich erschwert hat.

Wie bereits erwähnt, hat die eigentliche Durchforschung der thierischen Elektrizität lange Zeit ganz und gar geruht. Zwar hatte Alexander von Humboldt, dessen herrliches Verdienst es ist, die Naturforschung mit großer Vorurtheilslosigkeit getrieben zu haben, Galvani's Behauptung bestä-

tigt gefunden und wäre man auf diesem Wege weiter gegangen, so würde unsere Wissenschaft sicherlich bereits einen Schritt weiter vorgeschritten sein; allein die erstaunlichen Erfolge der Voltaischen Entdeckungen machten die thierische Elektrizität ganz vergessen, bis erst der Zufall eigentlich zu dem früher richtig betretenen Weg zurückführte.

Der italienische Gelehrte Nobili wurde nämlich bei einem Versuche, den er mit dem von uns bereits erwähnten Elektrizitätsmesser machte, von der Erscheinung überrascht, daß wirklich ein Frosch-Schenkel ganz ohne metallische Elektrizität ins Zucken geräth, wenn man zwischen Nerv und Muskel eine Leitung herstellt. Nach ihm nahm ein anderer italienischer Gelehrter, Matteucci, diese Forschung und Untersuchung auf und machte glänzende Entdeckungen auf diesem Gebiete. Allein Matteucci verwirrte das wichtige Thema durch leichtfertig aufgestellte Gesetze und Behauptungen, so daß dieser Zweig des Wissens, der vielleicht der interessanteste und lehrreichste unseres Jahrhunderts genannt werden darf, nicht aufgekommen wäre, wenn nicht unser Mitbürger, der hiesige Naturforscher Du Bois-Reymond mit eben so viel Geist wie strenger Beobachtungsgabe die ganze Arbeit noch einmal vorgenommen und mit eben so viel Verdienst wie Beharrlichkeit in seinen glücklichen neuen Entdeckungen den Grundstein zu dieser neuen Wissenschaft gelegt hätte.

V. Du Bois-Reymond's Versuche.

Die Versuche über thierische Elektrizität werden, wie bereits erwähnt, meist an Frosch-Schenkeln gemacht; aber nicht etwa darum, weil die Natur den Schenkel des Frosches besonders mit einer Eigenschaft begünstigt hat, die

andere Thiere oder die Menschen nicht besitzen, sondern deshalb, weil der Frosch sich durch zwei Eigenschaften besonders zur Anstellung solcher Versuche eignet. Es ist ein kaltblütiges Thier, das überhaupt nicht so schnell stirbt als ein warmblütiges. Der enthauptete Frosch macht noch stundenlang lebensähnliche Bewegungen. Das ausgeschnittene Herz des Frosches wechselt nach Stunden noch in Zusammenziehung und Ausdehnung regelmäßig so ab wie während des Lebens. Der Frosch hat also ein zähes Leben, wie es jede Hausfrau schon wohl bei anderen Thieren bemerkt hat, die kaltes Blut haben, z. B. beim Krebs und beim Aal; und darum lassen sich mit dem Körper des Frosches gut Versuche anstellen. Zweitens ist es eine Thatsache, daß jemehr Kraft die Natur in ein Organ gelegt hat, desto besser sich an ihm die elektrischen Erscheinungen zeigen. Nun ist der Frosch mit Schenkeln begabt, die zum Springen eingerichtet sind, und der Sprung des Frosches ist garnicht klein für die Leibesgröße dieses Thieres. Er springt wohl eine Strecke, die zwanzigmal länger ist als er selber. Im Schenkel also liegt eine bedeutende Kraft zur Bewegung und deshalb ist er auch so vorzüglich zum Studium der Elektrizität.

In Wahrheit also besitzt er nur einen Vorzug für die Untersuchung; während das, was man von dem Muskel eines Frosches berichtet, auch für jeden Muskel jedes andern Thieres, ja jedes Menschen gilt, freilich nur in weit geringerem Maße.

Du Bois-Reymond hat seine Versuche angestellt mit den Muskeln vieler Thiere und auch mit den frischen Muskeln eines Menschen, dem man das Bein abgenommen hatte; die Resultate blieben dieselben, wenn auch die Wirkungen nicht so kräftig waren, wie beim Frosche.

Da aber aus diesen Resultaten hervorgeht, daß die

Thätigkeit der Nerven im lebenden Körper die größte Aehnlichkeit hat mit den Leitern der Elektrizität; da die Nerven alle aus dem Gehirn und seiner Verlängerung, dem Rückenmark, entspringen oder mit demselben in genauer Verbindung stehen; da das Gehirn selber aus zwei sehr scharf getrennten Massen, einer weißen und einer grauen Substanz besteht, die sich höchst wahrscheinlich zu einander verhalten wie zwei Metalle, die in ihrer Berührung oder Einwirkung auf einander Elektrizität hervorrufen; da endlich alle Lebensfähigkeit ihren Sitz im Gehirn der Geschöpfe hat, so führt dieser Zweig der Wissenschaft dahin, daß man nunmehr einen tiefern Blick als bisher in das innere Wesen der Lebensthätigkeit zu werfen vermag, und daß dies ein neu erschlossener Weg zur nähern Erforschung des größten aller Geheimnisse der Natur, zur Erforschung des Lebens selber ist.

Und deshalb mögen unsere Leser die etwas längere Vorbereitung, die wir zu diesem Thema gemacht, entschuldigen und uns verzeihen, wenn wir um besondere Aufmerksamkeit für denselben bitten.

Gehen wir nun auf den Weg der vortrefflichen Forschungen, die Du Bois-Reymond gemacht, so müssen wir es ihm vor allem Dank wissen, daß er klare und übersichtliche Gesetze über die Wirkungen des metallischen Galvanismus auf die Muskeln und Nerven festgestellt hat.

Man wußte es schon lange, daß wenn man die beiden Pole einer galvanischen Säule gleichzeitig berührt und also die galvanische Kette durch den menschlichen Körper geschlossen wird, man im Moment des Schließens einen Schlag fühlt. Läßt man sich dadurch nicht stören und hält die Kette geschlossen, so zirkulirt der elektrische Strom durch den Körper, ohne jedoch fühlbar zu sein. Erst wenn man die Kette unterbricht, also den einen Pol losläßt,

oder den Draht vom Apparat trennt, dann erhält man einen zweiten Schlag.

Man nennt den ersten Schlag den Schließungs-Schlag, den zweiten den Oeffnungs-Schlag.

Du Bois-Reymond hat diese Erscheinung schärfer gefaßt und ein genaueres Gesetz hierüber festgestellt. Nicht das Oeffnen und Schließen der Kette, wie man bisher meinte, macht diese empfindliche Wirkung, sondern jede Schwankung des Stromes, jedes stärker und schwächer Werden desselben bringt diese Empfindung hervor. Nur der gleichbleibende Strom ist ohne empfindliche Wirkung; bleibt er sich aber nicht gleich, so giebt jede Veränderung, sie mag nun in Verstärkung oder Verminderung bestehen, sich in einer entsprechenden Empfindlichkeit kund.

Hieran schließt sich das zweite von Du Bois-Reymond festgestellte Gesetz, daß je schneller dieser Wechsel, desto stärker die Empfindung, wenn auch die Menge der Elektrizität ganz gering ist. Der heftige Schlag, den man bei der Entladung einer Leidener Flasche erhält, welche sehr wenig Elektrizität besitzt, ist dadurch erklärt. Er rührt von der Schnelligkeit ihrer Entladung her.

VI. Die verschiedene Wirkung der auf- und abwärts gehenden galvanischen Ströme.

Auch die Zuckungen, welche sowol beim Schließen, wie beim Oeffnen der galvanischen Kette erfolgen, führten Du Bois-Reymond's Untersuchungen auf ein bestimmtes Naturgesetz hin.

Diese Zuckungen zeigen sich am deutlichsten an Frosch-Schenkeln, die beide nur noch mit den Nerven am Rücken

verbunden sind. Man hängt diese Schenkel so auf, daß jedes Bein des Frosches in ein besonderes Glas Salzwasser eintaucht; bringt man nun die zwei Pole einer galvanischen Kette in die zwei Gläser, so zucken die Schenkel sowol bei dem Herausnehmen wie bei dem Einlegen eines der Pole, das heißt beim Oeffnen und Schließen der Kette. —

Nun aber fand es sich, daß es ein Unterschied sei mit diesen Zuckungen, daß zuweilen die Schließungs-, zuweilen die Oeffnungszuckung stärker ist. Du Bois hat auch diese Erscheinung gründlich untersucht und folgendes Gesetz gefunden.

Die Nerven kommen, wie wir wissen, alle aus dem Gehirn und der Verlängerung desselben, dem Rückenmark, und laufen wie Schnüre durch den Körper bis sie in irgend einen Muskel eintreten, in welchem sie sich nach allen Theilen desselben in den feinsten Fäden verbreiten. Versuche haben gezeigt, daß ihr Ursprung das Gehirn ist und daß der Theil, der im Muskel sich verbreitet, ihren Verlauf vorstellt; und dies ist dadurch erwiesen worden, daß wenn man den Nerv an irgend einer Stelle durchschnitten hat, der Theil, der mit dem Gehirn in Verbindung bleibt, noch thätig ist, während der Theil, der mit dem Muskel verwachsen ist, sofort unwirksam wird. Hiernach kann man sagen, die Nerven steigen vom Gehirn abwärts nach den Muskeln, und deshalb wollen wir diese Richtung nach abwärts als die Richtung vom Ursprung zur Verzweigung bezeichnen.

Von diesem bekannten Gesichtspunkt ausgehend fand Du Bois, daß es einen Unterschied in den Zuckungen ausmacht, je nach der Art und Weise, in welcher man den elektrischen Strom durch die Frosch-Schenkel gehen läßt.

Läßt man den Strom derart durch den Frosch-Schenkel

gehen, daß er in der Richtung nach abwärts, also vom Ursprung im Gehirn zur Verzweigung im Muskel strömt, so ist die stärkere Zuckung beim Schließen der Kette vorhanden; läßt man den Strom aufsteigend strömen, so tritt die Oeffnungszuckung stärker hervor.

Bei dem erwähnten Versuch mit den Frosch-Schenkeln wird der elektrische Strom in einem galvanischen Apparat erzeugt. Der Strom geht hierauf durch den einen Pol ins Salzwasser, sodann durch dieses bis zu dem Fuß des Frosches. Sodann steigt dieser Strom aufwärts im Fuße bis zu dem Nerv, der ins Rückmark führt. Von hier geht der Strom auf den Nerv des anderen Fußes über und wandert durch diesen Fuß abwärts bis ins Salzwasser, um dort zu dem zweiten Draht und durch diesen wieder zu dem galvanischen Apparat zu gelangen. Hier also sieht man den Strom durch einen Fuß des Frosches aufwärts und durch den andern abwärts steigen. Man hat hier also einen Strom nach beiden Richtungen, in dem einen Bein in der Richtung von den Muskeln zum Gehirn und in dem andern Bein in der Richtung vom Gehirn zum Muskel, und deshalb zeigt sich bald in dem einen, bald in dem andern Bein die stärkere Zuckung, je nachdem man die Schließungs- oder die Oeffnungszuckung beobachtet.

Ja, wie Du Bois zeigt, braucht man nur einige Zeit zu warten, bis die Frosch-Schenkel etwas von ihrer Energie verlieren und es tritt dann ein Moment ein, wo der eine Schenkel nur noch beim Schließen, der andere nur noch beim Oeffnen der Kette zuckt, wodurch das von ihm aufgestellte Gesetz sich leicht beweisen läßt.

Im allgemeinen kann man sogar durch dieses Gesetz den Lauf der elektrischen Ströme prüfen. Wenn man einen Strom durch einen Frosch-Schenkel gehen läßt und er zuckt nur beim Schließen der Kette, so kann man sicher

sein, daß der Lauf des elektrischen Stromes in der Richtung nach abwärts geht, das heißt, daß der Strom in der Richtung vom Gehirn nach dem Fuße fließt. Zuckt aber der Schenkel nur beim Oeffnen der Kette, so kann man sicher sein, daß man es mit einem elektrischen Strom zu thun hat, der in der Richtung nach aufwärts läuft, das heißt in der Richtung von den Beinen des Frosches nach dem Kopfe hin.

Man kann daher durch einen Frosch-Schenkel die Richtung des Stromes einer galvanischen Batterie prüfen, eine Prüfung, wozu man sich bis jetzt eines andern Instrumentes bedienen mußte.

Nachdem von Du Bois in dieser Weise die Wirkung eines durch metallischen Galvanismus erzeugten Stromes auf Nerven und Muskeln in bestimmten Gesetzen festgestellt worden, ist es jetzt Sache der Wissenschaft, hieraus weitere Schlüsse zu ziehen, um diese bei vorkommenden Fällen beachten zu können.

Es kommen gegenwärtig die elektro-magnetischen Kuren vielfach in Aufnahme; hierbei wendet man hauptsächlich ein schnelles Schließen und Oeffnen der Ketten an, um durch irgend ein erkranktes Glied des Körpers Ströme hindurch gehen zu lassen. Vorausgesetzt, daß eine heilsame Wirkung hieraus erfolgen soll — was freilich nur in beschränktem Maße der Fall zu sein scheint — so ist es leicht einzusehen, daß man nur auf unklare Resultate wird kommen können, wenn man nicht die von Du Bois entdeckten Gesetze berücksichtigt und wohl unterscheidet zwischen aufwärts und abwärts gehenden Strömungen und den Wirkungen des Schließens und denen des Oeffnens der Kette. — So lange dies nicht geschieht, werden alle sogenannten magnetischen Heil-Kabinete nur im Dunkeln

herumtappen mit ihren Versuchen, die man schon als Kuren ausgiebt.

Die erwähnten Gesetze, deren Feststellung die Wissenschaft den Forschungen Du Bois-Reymond's zu verdanken hat, sind indessen nur Vorbereitungen seiner eigentlichen Untersuchungen gewesen, die er über die wirkliche thierische Elektrizität angestellt hat. —

Diese wichtigen Untersuchungen sind von ihm nicht minder glücklich bis zu der Stufe gebracht worden, wo sie eine strengwissenschaftliche Grundlage erhalten haben, da es ihm auch hier gelungen ist, Naturgesetze der thierischen Elektrizität festzustellen. Zu diesen Untersuchungen mußte sich Du Bois erst die Instrumente selber herstellen, da die bisherigen nicht ausreichten, um sichere Resultate zu liefern.

Bis zu seiner Zeit machte man Versuche dieser Art hauptsächlich mit Fröschen, denen man die Haut abzog, wodurch ihre elektrische Empfindlichkeit freilich gesteigert wurde. Die Natur und Stärke der elektrischen Strömungen untersuchte man durch die Elektrizitätsmesser, welche wir bereits beschrieben haben und die aus empfindlichen Magnetnadeln bestehen, in deren Nähe man viele Windungen von umsponnenen Drähten anbrachte, um die Magnetnadel zur Abweichung zu bringen, sobald ein elektrischer Strom durch die nahen Drähte zieht. Man nennt solch ein Meß-Instrument der Elektrizität: den Multiplikator, und der Kürze wegen wollen wir diesen Namen auch beibehalten. Endlich wurde die Methode beibehalten, daß man in vorkommenden Fällen die entsprechenden Theile des Frosches in Salzlösungen brachte und diese als Leiter der Elektrizität benutzte.

Du Bois verwarf dieses ganze Verfahren.

Er sah ein, daß man mit ganzen Fröschen, oder auch

nur ganzen Gliedern des Frosches so gut wie auf gar kein sicheres Resultat gelangen könne, weil hierbei eine ganze Partie Muskeln und Nerven thätig sind und man niemals wissen kann, wo, wie und welch ein Theil hier wirksam ist. Er unterwarf zu seinem Zwecke einzelne von dem Thiere getrennte Muskeln und Nerven einer Untersuchung und gelangte nur so zu seinen sicheren und festen Resultaten.

Um die Natur und die Stärke der elektrischen Ströme, die sich zeigen könnten, zu untersuchen, mußte Du Bois sich das Instrument, den erwähnten Multiplikator, erst selbst bauen, da alle damals existirenden nicht diejenige Feinheit und Empfindlichkeit besaßen, die zu seinen Untersuchungen nöthig sind. Gegenwärtig sind bereits unter seiner Leitung mehrere so feine Instrumente angefertigt worden; aber sie gehören noch immer zu den Seltenheiten, weshalb es nicht leicht ist, einen Versuch, den Du Bois angiebt, ohne weiteres nachzumachen.

Endlich vermied es Du Bois bei seinen Versuchen, irgend einen Theil eines zu prüfenden Muskels oder Nervs in irgend welche Flüssigkeit zu bringen, weil er mit Recht den elektrisch-chemischen Einfluß einer solchen Benetzung fürchtete und eine Störung der gewonnenen Resultate hierbei voraussah.

Es würde uns zu weit führen, wenn wir die Sorgfalt näher bezeichnen wollten, die bei seinen Versuchen beobachtet worden ist; wir wollen nur mit einem Worte sagen, daß diese Sorgfalt alles übertrifft, was vor ihm geleistet wurde und daß gerade dieser Umstand seinen Forschungen den Werth einer strengen Wissenschaftlichkeit verleiht. —

Kommen wir nun auf die Resultate, die aus Du Bois' Untersuchungen sich ergeben haben, so erscheinen sie

für den ersten Augenblick freilich unbedeutend gegenüber den überschwenglichen Träumereien, denen man sich beim Auftreten des Galvanismus hingab, wo man das Räthsel des Lebens erfaßt zu haben glaubte, wenn man statt seiner ein neues Räthsel, den Galvanismus setzte; allein der Werth der jetzigen gewonnenen Resultate liegt eben darin, daß man nicht mehr so viel vom galvanischen Vorgang im lebenden Körper in Pausch und Bogen spricht, sondern einfacher, wie es einer Wissenschaft ziemt, beginnt und mit Sicherheit sagen kann, was in einem besonders geprüften Muskel und Nerv von galvanischen Strömungen vor sich geht. Wie diese Strömungen in einander greifen und zu welchem Resultat sie beim gesammten Lebensprozeß führen, das darf man wohl vermuthungsweise aussprechen; von wahrem wissenschaftlichem Werthe jedoch bleibt immer nur ein sicheres Vorschreiten vom Einzelnen und Kleinen zum Ganzen und Großen; ein Vorschreiten, zu welchem eben die Bahn durch Du Bois geebnet worden ist.

Du Bois hat Muskeln und Nerven besonders untersucht und in Bezug auf die Muskeln gefunden, daß jeder Muskel eines lebenden Wesens während des Lebens und auch kurze Zeit nach dem Tode der Sitz einer galvanischen Strömung ist, und zwar ist diese Strömung derart, daß jedes Stück des Querschnitts eines Muskels negativ elektrisch ist gegen jeden Punkt des Längenschnittes des Muskels.

Wir wollen dieses Grundgesetz unsern Lesern deutlich zu machen suchen.

VII. Die Elektrizität in den Muskeln.

Ein Muskel ist eigentlich das, was man gewöhnlich **Fleisch** nennt. Wenn wir Fleisch essen, essen wir Theile von Muskeln größerer oder ganze Muskelpartien kleinerer Thiere. Untersucht man jedoch die Beschaffenheit und das Wesen eines ganzen Muskels, so findet man immer, daß er eine Art Band aus Fleisch ist, das mit seinem einen meist schmalen Ende an einen Knochen angewachsen ist, während sein zweites schmales Ende an dem nächsten Knochen ansitzt. Er bildet also eine längliche Fleischbrücke von einem Knochen zum andern. Die Bestimmung des Muskels ist das Glied, das der zweite Knochen bildet, zu bewegen, und diese Bewegung bringt der Muskel dadurch hervor, daß er sich im gesunden Zustand nach dem Willen des Thieres zusammenziehen kann, das heißt, er wird kürzer und dicker, namentlich in seiner Mitte, wodurch er natürlich den Knochen, an dem er mit seinem untern Ende angewachsen ist, mit sich zieht und so zur Bewegung veranlaßt.

All' unsere Bewegungen, unser Gehen, Laufen Springen, Schwimmen, Strecken, Beugen, Setzen, Aufstehen, die Bewegungen unseres Gesichtes beim Sprechen, Lachen, Weinen, Denken und Empfinden, mit einem Worte sämmtliche Bewegungen eines lebenden Wesens rühren einzig und allein von dem Zusammenwirken jener Muskel-Zusammenziehungen her. Sobald in den Muskeln diese Zusammenziehungskraft verloren geht oder gestört wird, ist der Körper starr und unbeweglich.

Wer hiervon noch keine rechte Anschauung hat, der beobachte z. B. seinen Oberarm dort, wo das dicke Fleisch sich befindet. Streckt man den Arm aus, so liegt der dicke Muskel gestreckt; er fühlt sich weich an und man bemerkt an ihm, daß er nicht thätig ist; biegt man aber

den Ellbogen ein, so daß die Hand der Schulter sich nähert, so sieht man wie der Muskel sich zusammenzieht, zusammenballt, kürzer und dicker wird, und in diesem Zustand fühlt er sich hart an, zum Zeichen, daß er gepreßt und zusammengezogen, also thätig ist. — Gemeinhin nun glauben Viele, daß der Muskel diesen Zustand annehme, weil man den Arm gebogen habe; das aber ist falsch. Nicht der gebogene Arm macht den Muskel ballig und zusammengezogen, sondern umgekehrt. Das Zusammenziehen des Muskels am Oberarm, der mit seinem zweiten Ende am Knochen des Unterarms angewachsen ist, hat es bewirkt, daß der Arm sich einbiegen mußte. Daher kommt es, daß wenn man sich diesen Muskel am Oberarm stark verletzt hat, man den Oberarm selber noch ganz gut im Gelenk bewegen kann, während man den Unterarm nicht einzubiegen und die Hand nicht zur Schulter zu bringen vermag.

Fragt man sich nun, woher kommt es, daß der Muskel sich nach unserm Willen zusammenziehen kann? so giebt hierauf die Wissenschaft die Antwort, daß der Wille in unserem Gehirn seinen Sitz hat. Von dem Gehirn aus oder von dessen Verlängerung, dem Rückenmark, gehen Nerven nach jedem einzelnen Muskel, worin sie sich in die feinsten Aeste vertheilen und diese Nerven, die wie Schnüre aussehen, bringen zum Muskel die Botschaft des Gehirns und geben ihm das Vermögen, die Zusammenziehung zu vollbringen. Durchschneidet man solchen Nervenfaden, so verliert der Muskel, ohne sonst irgendwie verletzt zu sein, die Kraft sich zu bewegen und er hängt schlaff und unthätig im Körper.

Das Interessante an diesem wunderbaren Vorgang ist, daß die Nervenschnüre nicht etwa selber sich bewegen, nicht etwa gezogen werden, wie an einer Maschinerie, und

dadurch auch die Muskeln in Bewegung setzen, sondern daß die Nerven still liegen an ihrem Orte und nur die Anregung zur Bewegung fortleiten. Im vollen Sinne des Wortes gleichen die Nerven hierin den Leitungsdrähten eines elektrischen Telegrafen. Wie diese Drähte ruhig daliegen in der Erde, oder über der Erde und weiter keine Rolle spielen, als daß sie die Elektrizität leiten, so thun es auch die Nerven mit der Anregung, die sie vom Gehirn aus empfangen. Sie sind nur die Leiter der Anregung. Und ganz so wie die Drähte zu einem entfernten Eisen einen elektrischen Strom bringen, der ihn zum Magneten macht, der ihm Anziehungskraft verleiht, welche Bewegungen der telegrafischen Apparate hervorbringt, ganz so bringt ein Nerv nur einen Strom zum Muskel und dieser Strom verleiht ihm die Kraft der Anziehung, welche Bewegungen der Glieder veranlaßt.

Schon aus diesem Vergleich, der, wie wir noch sehen werden, keineswegs unbegründet ist, geht hervor, daß jeder Muskel ein Apparat ist, der in Folge einer Anregung sich zusammenzieht, daß also der Muskel nicht etwa von Nerven bewegt wird, wie eine Klingel durch den Klingelzug, sondern wie ein mit einer bestimmten Kraft begabter Apparat, der in Folge einer Anregung nur in Thätigkeit gesetzt wird.

Und welches ist diese bestimmte Kraft? Sie ist eine elektrische Kraft.

Du Bois-Reymond's Untersuchungen haben den Beweis geführt, daß, wenn man einen Muskel quer durchschneidet und einen Punkt dieses Querschnittes in leitende Verbindung bringt mit irgend einem Punkt am Muskel auf seiner ganzen Länge, daß dann ein elektrischer Strom entsteht, und zwar derart, daß aus der Stelle des Quer-

schnittes ein Strom negativer Elektrizität nach der mit ihm leitend verbundenen Stelle der Länge sich bewegt.

Nachdem diese Entdeckung einmal festgestellt ist, hat man um so mehr Ursache anzunehmen, daß dieser elektrische Strom im Muskel, den man nach Du Bois den Muskelstrom nennt, die eigentliche Kraft ist, die im lebenden Muskel fortwährend vorhanden ist und die es bewirkt, daß in Folge einer Nerven-Anregung der Muskel sich zusammenzieht, daß also die Quelle der Muskelbewegungen in der thierischen Elektrizität liegt, von welcher der Muskel einen bestimmten Theil enthält.

VIII. Schwächung und Stärkung des Muskelstromes.

Eine weitere Untersuchung des elektrischen Stromes, der in jedem Muskel vorhanden ist, führte Du Bois zu dem Resultat, daß der elektrische Strom abnimmt, sobald der Muskel sich zusammengezogen hat und daß er erst in seiner natürlichen Lage wieder an elektrischer Kraft gewinne.

Du Bois führt den Beweis hierfür in der Weise, daß er von einem Muskel ein kleines Stück in der Quere abschneidet, die Stelle, wo das Stück fortgeschnitten ist, also den Querschnitt mit außerordentlicher Vorsicht in leitende Verbindung mit einem Gefäß Salzwasser setzt. Desgleichen bringt er irgend einen Punkt aus der Länge des Muskels in leitende Verbindung mit einem zweiten Glase Salzwasser. Indem er nun in die beiden Gläser die zwei Drähte des Elektrizitäts-Messers, des Multiplikators, einlegt, ist eine Kette geschlossen für den elektrischen Strom, der von dem Querschnitt des Muskels

in das Glasgefäß, von diesem in den einen Draht des Multiplikators hineingeht. Hier durchläuft der Strom alle Drahtwindungen, die an dem höchst empfindlichen Instrument, mit dem Du Bois seine Versuche angestellt hat, sich auf 24,000 belaufen. Von diesen Windungen geht nun der Strom nach dem zweiten Draht des Multiplikators, von hier nach dem zweiten Glasgefäß und sodann wieder in den Punkt des Muskels über, dessen Längenseite in leitender Verbindung mit dem Salzwasser ist. Daß wirklich ein elektrischer Strom hier den Kreis beschreibt, das verräth die Magnetnadel des Multiplikators, die von der Richtung des Erdmagnetismus, als in der Richtung von Nord nach Süd, abweicht und sich etwas ostwestlich stellt.

Es ist klar, daß je stärker der Strom im Muskel ist, desto mehr vermag er die Magnetnadel abzulenken, und daß je schwächer der Strom wird, desto mehr wird die Nadel in ihre natürliche Lage zurückkehren.

Dies ist der Zustand des Muskelstromes, wenn der Muskel nicht zusammengezogen wird; sobald jedoch eine Zusammenziehung des Muskels stattfindet, zeigt es sich, daß der Strom im Muskel abnimmt.

Du Bois führt hierfür folgenden Beweis.

Er stellt den eben angeführten Versuch mit einem Muskel an, der noch an einem Nervenfaden hängt. Wenn man diesen Nervenfaden in irgend einer Weise reizt, so zuckt der Muskel. Dieses Zucken tritt auch ein, wenn man durch ein kleines Stück des Nervs einen elektrischen Strom leitet, und zwar zuckt der Muskel beim Oeffnen und Schließen der elektrischen Kette. Bringt man einen Apparat an, der ein schnelles Oeffnen und Schließen der Kette veranlaßt, so tritt ein so häufiges Zucken im Muskel ein, daß er sich zusammenballt und krampfartig zusam-

mengezogen bleibt. — Untersucht man nun in oben angegebener Weise den elektrischen Strom des Muskels, wenn er zusammengezogen, so findet es sich, daß der Strom schwächer geworden ist, denn die Magnetnadel begiebt sich während der Zeit, daß der Muskel zusammengeballt liegt, zurück in die Richtung von Nord nach Süd.

So wenig für den ersten Augenblick dieser Versuch von Bedeutung für das Leben scheint, so wichtig wird er, wenn man näher hierüber nachdenkt.

Wir wissen, daß wir bei bedeutenderer Muskelanstrengung, also beim Gehen, Laufen, Arbeiten ꝛc. müde werden. Erst nach einiger Ruhe werden wir wieder kräftiger und hierzu ist nicht einmal frisch eingenommene Nahrung nöthig, sobald nur Nahrungsstoff genug im Körper vorhanden ist.

Was aber ist Ermüdung? Woher rührt sie? Warum macht die angestrengte Benutzung eines Muskels diesen auf einige Zeit schwach?

Die Benutzung eines Muskels beruht auf seinen häufigen und andauernden Zusammenziehungen, und da Du Bois' Versuche zeigen, daß bei Zusammenziehungen die elektrische Strömung des Muskels abnimmt, so hat man Ursache anzunehmen, daß die Ermüdung in Folge eines Mangels elektrischer Strömung eintritt, die im Muskel zum Vorschein kommt.

Bedenkt man, daß es sich gezeigt hat, wie in einem kräftigen Muskel ein starker elektrischer Strom existirt, so hat man Grund, auch umgekehrt zu schließen, daß ein starker Muskelstrom in dem Muskel eine starke Kraft der Zusammenziehung, also seiner gesammten Thätigkeit erzeugt. Häufige Zusammenziehungen, die den Muskelstrom schwächen, müssen also auch seine Kraft schwächen, und ihn zur Ermüdung bringen.

Ein müder Mensch ist also ein Mensch, der seine Muskeln zu häufig zusammengezogen und hierdurch die elektrischen Ströme seiner Muskeln geschwächt hat.

Freilich wird man hiergegen einwenden können: Wie könnt Ihr von einem todten Muskel, an dem Du Bois die Versuche angestellt hat, auf einen lebenden schließen, der im menschlichen Körper thätig ist? Die dauernde Zusammenziehung, die man künstlich an einem todten Muskel hervorruft, ist ja eigentlich nur ein übermäßiges, schnelles Zucken. Der todte Muskel kann sich nicht so schnell zusammenziehen und ausdehnen und ballt sich daher krampfhaft zusammen. Wie will man diesen Kampf des todten Muskels mit der dauernden Thätigkeit eines Muskels im lebenden Wesen vergleichen und hieraus Schlüsse ziehen?

Die Antwort auf diese Frage hat Du Bois durch seine neueste glänzendste Entdeckung in höchst überraschender Weise gegeben. Wir werden sehen, daß er den schlagendsten Beweis geliefert, wie man das, was er am todten Muskel beobachtet hat, auch am lebenden zu zeigen im Stande ist.

IX. Versuch über die elektrische Muskelströmung.

Den Beweis, den Du Bois-Reymond führt, um zu zeigen, daß das, was sich am Muskel frisch getödteter Thiere von elektrischen Strömen zeigt, auch bei lebenden Wesen stattfindet, ist eben so schlagend wie überraschend. Es geht aus diesem Beweis hervor, daß durch die Glieder, z. B. der Arme des Menschen, ein abwärts gehender Strom sich bewegt, und daß dieser unter Umständen auch einer Messung unterworfen werden kann.

Zu diesem Zweck bringt Du Bois die beiden Drähte

seines großen Multiplikators in zwei Gläser mit Salzwasser und taucht in jedes der Gläser den Zeigefinger einer Hand hinein. Hierdurch ist eine geschlossene Kette entstanden, die von den beiden Armen und dem Körper und den Drähten und Windungen des Multiplikators gebildet wird. So lange Du Bois die Arme in natürlicher Lage läßt, zeigt sich keine Abweichung der Magnetnadel des Multiplikators. Es gehen zwar elektrische Ströme aus den Armen; aber da sie beide abwärts gehen, so begegnen sie sich und heben sich gegenseitig auf. Nun aber zieht Du Bois die Muskeln des rechten Armes zusammen und sofort wird der elektrische Strom des Armes schwächer, ganz so wie es bei zusammengezogenen Muskeln frisch getödteter Thiere der Fall ist. Hierdurch überwiegt der Strom, der zum andern Arm abwärts strömt, und man beobachtet sogleich an der Magnetnadel des Multiplikators, daß sie von der Richtung von Nord nach Süd abweicht und einen elektrischen Strom anzeigt, der vom nicht zusammengezogenen Arm in das eine Glasgefäß, durch das darin befindliche Salzwasser zum Draht des Multiplikators, sodann durch die Windungen des Multiplikators geht, wo er die Magnetnadel zur Abweichung bringt. Sodann geht der Strom durch den zweiten Draht des Multiplikators zum zweiten Glasgefäß, durch dessen Flüssigkeit zum eingetauchten Finger und steigt den Arm hinan, der, weil seine Muskeln zusammengezogen sind nur einen schwachen Strom ihm entgegenschickt, einen schwachen Strom der von dem stärkern überwunden wird. Der stärkere Strom geht also weiter und durch den Körper, so daß sich ein fortwährender Kreislauf eines elektrischen Stromes herstellt, so lange die Muskeln des einen Armes zusammengezogen bleiben.

Hört Du Bois auf, die Muskeln zusammenzuziehen,

so stellt sich nach einiger Zeit die Strömung durch beide Arme wieder gleichmäßig her und man sieht die Nadel zurücklenken nach der Richtung von Nord nach Süd.

Dieser im höchsten Grade überraschende lehrreiche Versuch bietet in der Ausführung einige Schwierigkeiten, weil eine starke Uebung dazu gehört, die Muskeln nur eines Armes anhaltend zusammenzuziehen, ohne mit dem andern Arm zu zucken, weshalb ein Mißlingen des Versuches nicht selten ist.

Wir sagen nicht zu viel, wenn wir behaupten, daß diese Entdeckung Du Bois-Reymond's zu den bedeutendsten unserer Zeit gezählt werden kann. Die strengwissenschaftliche Gewissenhaftigkeit dieses Forschers verbietet ihm, unsichere Möglichkeiten, die sich aus dieser Entdeckung vielleicht noch entwickeln werden, auszusprechen; uns aber, die wir zwar nicht gern der Wundersucht des Publikums und der Elektrizitäts-Narren huldigen, aber gleichwol einmal bei einer bedeutenden Entdeckung hinausgreifen in die Zukunft, um auf deren mögliche Folgen aufmerksam zu machen, uns mag es gestattet sein von der möglichen Zukunft auch dieser Entdeckung ein paar Worte zu sprechen.

Vor allem wollen wir nur sagen, daß es das höchste Staunen erregen muß, wenn man bedenkt, daß der Mensch durch eine willkürliche Bewegung seines Armes im Stande ist, eine von ihm weit entfernte Magnetnadel zu bewegen. Es steht fest, daß der Multiplikator in Amerika stehen könnte; wenn nur dicke Drähte bis hierher geleitet würden, so würde ebenso eine Muskelzusammenziehung eines Armes genügen, um die dortige Magnetnadel zum Abweichen zu bringen.

Bedenkt man aber, daß die Muskelzusammenziehung nur durch den Willen geschieht, daß dieser seinen Sitz

im Gehirn hat, daß in diesem Gehirn nur etwas vorgeht, das man geistige Thätigkeit nennt, so kann man im vollen Sinne des Wortes sagen, daß die Nadel in Amerika durch den geistigen Willen im Gehirn eines Menschen in Berlin bewegt wird.

Nun aber wissen wir, daß gegenwärtig noch in ganz England die Telegrafie nur auf den Ablenkungen einer Magnetnadel eines Multiplikators beruht, und daß man durch solche wiederholte Ablenkungen im Stande ist, ganze Reihen von Gedanken in die weiteste Ferne mitzutheilen. Denkt man nun an den Fall, daß einmal ein noch empfindlicherer Multiplikator erfunden wird als der von Du Bois, so ist die Möglichkeit gegeben, durch diesen direkte telegrafische Nachrichten vom Gehirn eines Menschen aus in die weiteste Ferne senden zu können, sobald es der Mensch nur versteht, die Muskeln seines Armes in entsprechender Weise zusammenzuziehen. —

Das ist freilich nur eine Spielerei, und mag uns als solche verziehen werden; aber die Möglichkeit, noch empfindlichere Multiplikatoren zu bauen, ist ein ernster Gedanke, an den sich wichtige Folgerungen anschließen.

X. Mögliche Folgen der Du Bois'schen Entdeckungen.

Schon die gegenwärtigen Multiplikatoren, die nach Du Bois' Angaben gebaut sind, besitzen eine so große Empfindlichkeit, daß sie bereits sehr merkbar zeigen, ob eine Person, die die Finger in die beiden Glasgefäße steckt, einen stärkeren oder einen schwächern elektrischen Strom erregе, das heißt, ob in den Arm-Muskeln dieser Person eine stärkere oder schwächere Strömung von Elek-

trizität stattfinde. Da nun die Muskelstärke, die eigentliche Bewegungsfähigkeit dieser Person, in so genauem Zusammenhang mit dem in den Muskeln thätigen elektrischen Strome steht, so kann man schon jetzt sagen, daß man an einem Du Bois-Reymond'schen Multiplikator ein Instrument besitzt, durch welches man die Stärke, die Muskelkraft eines Menschen prüfen oder messen kann.

Freilich gehört hierzu eine ungemein große Sorgfalt, um zu genauen Resultaten zu kommen. Nach den neuesten Erfahrungen dieses verdienstvollen Forschers genügt die kleinste Wunde, der geringste Nadelstich in dem einzutauchenden Finger, um einen störenden Einfluß auf das Instrument auszuüben. Der elektrische Strom wird nämlich durch die verwundete Stelle, wo die schützende Haut fehlt, kräftiger strömen als durch den andern Finger, der mit ganz unverletzter Haut umgeben ist. Ferner ist der linke und der rechte Arm ohnehin bei den allermeisten Menschen nicht von gleicher Stärke, und es zeigen sich demnach auch schon Unterschiede in den Strömen, die auf das Instrument einwirken.

Denkt man sich jedoch eine weiter gehende Vervollkommnung dieses Instruments oder die Entdeckung eines andern Instrumentes, das dieses an Empfindlichkeit und Sicherheit noch übertrifft, so wird man wirklich im Stande sein, nicht nur die elektrischen Ströme verschiedener Personen zu messen und deren Stärke genau zu bestimmen, sondern man wird auch jedes einzelne Glied einer Person in Hinsicht seiner Stromstärke prüfen können und einen Maßstab besitzen, wonach man die Gesundheit, die Erstarkung oder die Abschwächung einzelner Glieder wird abschätzen können.

Schon seit langer Zeit weiß man mit ziemlicher Sicherheit, daß die Elektrizität bei der Lebensthätigkeit des

menschlichen Körpers eine große Rolle spielt, und auf diesem an sich richtigen Grundsatz beruhen zum großen Theil die elektrischen Kuren, die jetzt nicht ungewöhnlich sind. Allein jeder Arzt, der es ernst mit seiner Kunst meint und sie zur Höhe einer Wissenschaft erheben will, wird eingestehen, daß bisher erst ein noch ganz dunkeles Herumtappen mit den Heilmitteln der Elektrizität stattfindet, und nur für sehr wenige Fälle einige Sicherheit im Erfolge angegeben werden kann. Erst dann, wenn Du Bois-Reymond's Forschungen fortgesetzt und erweitert und die Instrumente vervollkommnet und verfeinert werden, erst dann wird man den Weg zu einer wirklichen wissenschaftlichen Erkenntniß der gesunden und krankhaften Zustände des menschlichen Körpers und seiner einzelnen Theile besitzen, erst dann darf man hoffen, daß Krankheiten und ihre Ursachen, wenn sie auf Abweichungen der elektrischen Strömungen beruhen, besser erkannt werden, und dann erst wird die Möglichkeit zur Sprache kommen dürfen, ob man für Krankheiten, deren Ursache man erkennt, irgend ein Mittel in irgend einem elektrischen Verfahren zu finden hoffen darf.

Vielleicht ist die Zeit nicht mehr fern, wo jeder gewissenhafte Arzt einen Apparat wie den Multiplikator eben so nothwendig braucht, wie er sich des in neuerer Zeit in Aufschwung gekommenen Hör-Rohrs bedient, um den Zustand der Lungen und des Herzens im Menschen zu untersuchen; und obwohl vorauszusehen ist, daß durch solche Instrumente der stets schnell fertigen Charlatanerie nicht wenig Spielraum zu Selbsttäuschungen und Täuschungen des Publikums gegeben werden wird, so dürfen wir es doch als einen erfolgreichen Schritt ansehen, wenn erst die elektrische Untersuchung in dieser Beziehung beginnen würde.

Mit Genugthuung ersehen wir aus den Zeitungen, daß es meist jüngere berliner Aerzte sind, die die Vorlesungen Du Bois-Reymond's besuchen, wie wir denn auch aus Berichten wissen, daß seine Entdeckungen namentlich in England günstige Aufnahme gefunden haben, und so zu der Hoffnung berechtigt sind, daß in dieser für alle Praxis so glücklich thätigen Nation ein weiterer Fortschritt sich ergeben werde.

Wer weiß, ob nicht schon das kommende Geschlecht es erlebt, daß solche Instrumente, die gegenwärtig nur erst in den Händen einzelner Forscher sich befinden, im verbesserten und vervollkommneten Zustand sich in den Händen von Tausenden befinden, um noch ungeahnte Dienste im praktischen Leben zu leisten! — Die Zukunft der elektrischen Forschungen und die Verwendung einer Entdeckung ist so unübersehbar groß, daß man sich gegenwärtig kaum eine Vorstellung von der Ausdehnung machen kann, die sie noch zu nehmen berufen ist, und ebenso wie man vor zwanzig Jahren selbst in den gebildeten Kreisen nur auf Spott und Lächeln hätte rechnen können, wenn man vorausgesagt hätte, welche Rolle heute die elektrischen Telegrafen in der Welt spielen würden, ebenso darf man jetzt nur auf ungläubiges Lächeln rechnen, wenn man die Verwendung der Elektrizität in den nächsten zwanzig Jahren voraussagen wollte. — Daß aber Du Bois-Reymond's Entdeckungen nicht fruchtlos für die Zukunft sein werden, können wir trotzdem hinstellen und vielleicht wird es in zwanzig Jahren so gewöhnlich sein, die Muskelkraft eines Menschen oder eines Zugthieres, die Gesundheit eines Militärpflichtigen oder eines vorgeblichen Kranken durch einen Multiplikator zu prüfen, wie es jetzt schon gebräuchlich ist, sich im gewöhnlichen Leben eines Thermometers zu bedienen.

Wir wollen uns indessen nicht in die dunkle Zukunft verlieren, sondern zu unserm Thema zurückkehren, wo wir unsern Lesern noch eine weitere Entdeckung Du Bois' über die elektrische Thätigkeit in den Nerven vorzuführen haben.

XI. Die galvanischen Ströme in den Nerven.

Außer den elektrischen Strömen in den Muskeln hat Du Bois-Reymond auch elektrische Ströme in den Nerven festgestellt, von deren Existenz man bereits früher Vermuthungen hegte, sich jedoch nur unbestimmte Vorstellungen machen konnte.

Du Bois-Reymond's Versuche zeigen, daß jeder Theil eines Nervs, den man mit einem abgeschnittenen Ende desselben in Berührung bringt, eine elektrische Kette bildet, durch welche ein Strom zirkulirt. Legt man irgend einen Nervenfaden so auf den Apparat, daß er an irgend einem Punkt seiner Länge in leitender Verbindung mit einem Glase Salzwasser steht und bringt man sodann an ein zweites Glas Salzwasser die Stelle, wo man den Nervenfaden abgeschnitten hat, so braucht man nur die Drähte des Multiplikators in die Gläser zu legen, um an der Ablenkung der Magnetnadel den elektrischen Nervenstrom zu merken.

In dieser Beziehung gleichen die Nerven ganz und gar den Muskeln; denn ebenso wie in den Muskeln vom Querschnitt zu jedem Punkt der Länge ein negativer Strom sich zeigt, ebenso ist es mit den Nerven der Fall.

Da nun die Nerven in die Muskeln hineingehen und sich in denselben verzweigen, so liegt der Gedanke nahe, daß der eigentliche elektrische Apparat im Muskel der in

ihm sehr fein verzweigte Nerv sein mag; allein Du Bois hat den Beweis geführt, daß dies ein Irrthum sei, denn der elektrische Strom der Muskeln ist bei weitem stärker als er hätte sein können, wenn seine Elektrizität nur von den fein verzweigten Nervenfäserchen herrührte.

Außer diesem elektrischen Strome in den Nerven hat Du Bois noch einen eigenthümlichen elektrischen Zustand der Nerven entdeckt, von welchem wir unsern Lesern nur ein sehr flüchtiges Bild zu geben im Stande sind, da die genaue Darlegung dieses Zustandes eine zu ausführliche und streng wissenschaftliche Behandlung nöthigt macht. —

Diese Entdeckung ist für die Erkenntniß der gesammten Thätigkeit der Nerven von der größten Wichtigkeit und dürfen wir auch hier hoffen, daß eine weitere Durchforschung dieses neuen Zweiges der Wissenschaft von den günstigsten Erfolgen gekrönt werden wird. Im Allgemeinen ausgedrückt beweist diese Entdeckung Folgendes.

Wenn man durch ein kleines Stück eines langen Nerven einen elektrischen Strom fließen läßt, so nimmt der Nerv in seiner ganzen Länge einen elektrischen Zustand an. Dieser erregte Strom in der ganzen Länge des Nervs ist unabhängig von dem elektrischen Strome, der ohnehin schon durch den Nerv thätig ist und verstärkt diesen letzteren Strom oder schwächt ihn, je nachdem beide Ströme eine gleiche oder eine entgegengesetzte Richtung haben.

Es liegt freilich nahe, daß man bei all' diesen Entdeckungen nach den Ursachen oder richtiger nach dem Zustande fragt, in welchem Muskeln und Nerven sich im Moment ihrer elektrischen Thätigkeit befinden. Allein die Elektrizität ist, wie wir wissen, für uns noch ein großes Naturgeheimniß, und wenn wir uns vergeblich bei einem gewöhnlichen Metalldraht, durch den ein Strom geht,

fragen: was geht denn eigentlich in diesem Moment, dem sich wichtige Folgerungen anschließen, vor? so wird man es begreiflich finden, daß die Antwort noch weit schwieriger ist, wenn man sich die Frage stellt: was in einem so außerordentlich schwierig zu entwirrenden Gewebe eines Muskels oder in einem immer noch nicht völlig durchforschten Gebilde eines Nervs vorgeht, daß von selber elektrische Ströme in ihm vorhanden seien oder neue erzeugt werden können. Gleichwohl hat Du Bois den Versuch gemacht, durch Modelle und Zeichnungen den räthselhaften Zustand, der in den kleinsten mit keinem Mikroskop sichtbar zu machenden Theilchen der Nerven und Muskeln vor sich geht, zu versinnlichen und hat damit mindestens einen Anhalt geliefert, den größten Räthseln der Natur etwas näher zu kommen.

Die Wissenschaft, die Du Bois so verdienstlich angebahnt hat, ist eigentlich erst im Beginn, ja seine gesammten Forschungen sind noch nicht einmal an die Oeffentlichkeit getreten, da bis jetzt nur die zwei ersten Bände seines Werkes veröffentlicht sind und der dritte Band erst zur Herausgabe vorbereitet wird. Wie es einem so strengen Forscher ziemt, hat Du Bois sich fern gehalten von allen überspannten Hoffnungen, die die Welt bei den ersten Entdeckungen Galvani's gehegt hat; uns jedoch, die wir in diesen Blättern die Aufgabe haben, in unsern Lesern den Sinn für die Naturwissenschaft anzuregen, die neuesten Entdeckungen ihnen vorzuführen und durch Fernblicke in eine lichtere Zukunft die Ueberzeugung zu befestigen, daß die Wissenschaft nicht umkehrt, sondern unaufhaltsam vorschreitet, uns muß es gestattet sein, auch auf die Zukunft dieses Zweiges der Wissenschaft noch einen hoffnungsvollen Blick zu werfen. —

Die Natur bietet der Räthsel viele dar, dies bemühen

wir uns eben in unserem Thema über die geheimen Kräfte derselben darzuthun. Der Räthsel größtes aber ist sicherlich das lebende Wesen und unter ihnen das vorzüglichste der Wesen, der Mensch. Ist aber der Mensch das vorzüglichste der Wesen, so ist das vorzüglichste der Organe des Menschen das Gehirn, diese räthselhafte Stätte seines Wollens, seines Empfindens und Denkens, diese wundervolle Werkstatt des Geistes, der dem Geiste der Natur nachzuspüren sucht.

Und von dieser Werkstatt, von dem Gehirn und seiner Verlängerung, dem Rückenmarke aus, gehen die Nerven wie Leitungsfäden durch den ganzen Körper, um das, was man Leben nennt, nach den festen Theilen des Körpers auszusenden.

Wer da wähnt, in der Elektrizität allein das ganze große Räthsel des Lebens zu finden, der irrt sicherlich. Wir stehen noch auf einer sehr niedrigen Stufe der Erkenntniß der Gesammt-Natur-Geheimnisse, um in dem so geringen Gebiet das bis jetzt erforscht und entdeckt ist, das All suchen zu dürfen. Gleichwohl aber spielt die Elektrizität eine unendlich große Rolle im Lebensprozeß, und wer es sieht, wie jedes Gehirn aus zwei Massen, einer grauen und einer weißen Masse besteht, und wahrnimmt, wie aus der einen Masse, der weißen, die Nerven als elektrische Fäden auslaufen gleich den Drähten einer galvanischen Batterie, um allenthalbenhin telegrafische Dekrete für alles Thun und Lassen, und von allenthalbenher telegrafische Berichte zurückzubringen, wer dies sieht, dem tritt in der That der Gedanke nahe, daß diese zwei, sehr scharf kenntlichen Massen des Gehirns sich zu einander, wie die zwei Elektrizität erregenden Metalle oder Stoffe verhalten, durch welche wir künstlich elektrische Erscheinungen hervorrufen können.

Ist dem aber so, so wird die Zukunft einmal auf dem jetzt erst betretenen Wege der Forschung der thierischen Elektrizität zu höhern Resultaten gelangen, als sie augenblicklich erschwingen kann, und wir dürfen unsere Zeit glücklich preisen, daß sie mit Glück vorbereitend eine Arbeit begonnen hat, deren höchster Gipfel die Höhe des Lebens selber ist.

XII. Die elektrischen Heilmittel.

Wir haben bereits mehrfach Gelegenheit genommen, vorübergehend von den elektrischen Kuren zu sprechen, und finden uns namentlich bei der Beobachtung der thierischen Elektrizität veranlaßt, noch einmal hierauf zurückzukommen.

Die Frage ist für viele Tausende von größter Wichtigkeit, ob man sich den jetzt sehr gangbar gewordenen elektrischen Kuren anvertrauen soll oder nicht?

Unsere Antwort hierauf ist folgende.

Wissenschaftlich steht es fest, daß die Elektrizität eine der wesentlichsten Rollen im menschlichen Körper spielt und man sollte meinen, daß hieraus schon folge, daß es im Allgemeinen heilend auf den Körper einwirken müsse, wenn man ihn den elektrischen Strömen aussetze; allein es ist gewiß nur in sehr beschränktem Maße der Fall.

Hätte man ein Mittel, die elektrische Thätigkeit der Nerven oder der Muskeln selber anzuregen, so ließe sich die Sache schon eher hören; hierfür aber ist kein Mittel vorhanden, sondern man versucht jetzt dadurch ein Heilverfahren herzustellen, daß man durch zwei Metalle einen elektrischen Strom erzeugt und diesen Strom durch den menschlichen Körper, oder durch ein erkranktes Glied einfach oder mit häufigen Unterbrechungen hindurchströmen

läßt. Man erzeugt also nicht im menschlichen Körper eine Elektrizität, sondern man benutzt ihn nur als Leiter eines außerhalb des Körpers erzeugten elektrischen Stromes. Ob hierdurch irgendwie die eigene körperliche elektrische Thätigkeit geweckt oder gestärkt wird, ist an sich schon sehr zu bezweifeln. Ja, wenn es auch durch Du Bois-Reymond's Forschungen ausgemacht ist, daß künstlich erzeugte elektrische Ströme, die in einem kleinen Stück Nerv erzeugt werden, den ganzen Nervenfaden in einen eignen elektrischen Zustand versetzen, so ist es eben durch denselben Forscher festgestellt, daß je nach der Richtung dieses Stromes der eigne Strom des Nervs ebenso geschwächt wie gestärkt wird.

So ohne Weiteres also metallisch erregte Elektrizität durch den menschlichen Körper leiten und sich einbilden, daß man dadurch die thierische Elektrizität des Körpers stärke, ist gewiß eine sehr oberflächliche Ansicht. Jeder vernünftige Arzt weiß es, daß man nicht einmal mit wirklichen heilsamen Medikamenten so verfahren kann, und wenn jeder z. B. gesteht, daß im Blut des Bleichsüchtigen Eisen fehlt, so weiß er gleichwohl, daß er zwar eisenhaltige Medizin in den Magen des Kranken, aber darum noch nicht sicher in die Blutkügelchen des Patienten bringen kann.

Hiernach darf man es für jetzt als ausgemacht annehmen, daß das vorgebliche Heilen aller Arten von Krankheiten durch das Hindurchleiten elektrischer Ströme durch den menschlichen Körper eine Charlatanerie ist, die auf Täuschung oder Selbsttäuschung hinausläuft, denn weder die Theorie noch die Praxis spricht für irgend welche sicheren Erfolge, und der Glaube der Leute daran ist nicht höher anzuschlagen als der Glaube an Revalenta

Arabika, Wunderkinder, Besprechungen, sympathetische Kuren, heilige Quellen und dergleichen Aberglauben.

Gesunde Nahrung, Bewegung in freier Luft, Leibesübung, Turnen, Erheiterung des Gemüths und frische geistige Regung sind sichere Erzeuger kräftiger Leibesthätigkeit und also auch gute Mittel zur Erweckung der thierischen Elektrizität, die eine so große Rolle im Körper spielt; und wer nur einigermaßen noch zu diesen Mitteln Zuflucht nehmen kann, der versäume sie nicht und bilde sich nicht ein, daß sich eine organisirend im Körper wirkende Kraft ersetzen lasse durch eine aus todten Metallen angeregte elektrische Strömung, wenn sie auch mit der Strömung im menschlichen Körper die größte Aehnlichkeit hat. — Bis auf gewisse Punkte ist die organische und unorganische Chemie auch ganz gleich; aber die fortgeschrittene Wissenschaft hat schon gelehrt, daß der menschliche Magen nicht zu ersetzen ist durch ein chemisches Laboratorium, und wird wahrscheinlich auch einmal ebenso sicher darthun, daß die thierische Elektrizität sich nicht ersetzen läßt durch Kupfer und Zink.

Wir erklären uns im Allgemeinen gegen die elektrischen Kuren als Ersatzmittel oder Erreger der thierischen Elektrizität.

Dahingegen ist es ganz was anderes, wenn man die metallisch erregte Elektrizität nur als heilsames Reizmittel anwendet, um die gelähmte Thätigkeit der Haut und der Muskeln zu erhöhen. Für ein solches Heilverfahren in bestimmten einzelnen Fällen spricht sowohl die Theorie wie der praktische Erfolg.

Ebenso wie man die Thätigkeit der Haut durch Bäder, kalte Begießungen, kalte Einhüllungen, Senfpflaster u. s. w. reizen und erhöhen, den Blutumlauf, die Ernährung und Ausscheidung befördern kann, ebenso kann

man dies durch elektrischen Reiz. Man hat gegenwärtig sinnreiche Vorrichtungen hierzu erfunden. Man setzt einen Menschen in ein lauwarmes Bad, in welches der Pol einer Batterie mündet, an den zweiten Pol der Batterie befestigt man eine metallene Ruthe und schlägt mit derselben ganz leise den Körper des Kranken. Hierdurch entsteht eine fortwährende Entladung der Elektrizität auf der Haut des Kranken, die diese etwas empfindlich prickelt und röthet und somit die Thätigkeit der Haut anregt, was in angemessenen Fällen heilsam wirken muß und auch wirkt. Hier aber wirkt nicht die Elektrizität als solche, sondern nur der Reiz, den sie auf der Haut verursacht, und als solcher ist er medizinisch gewiß anwendbar.

Nicht minder können bei Lähmungen der Muskeln die Reizungen wirksam sein, die man durch galvanische Apparate auf den Muskel ausüben kann; denn die Zuckungen, die man im Muskel erzeugen kann, begünstigen den Blutumlauf und befördern, in geeigneter Weise angewandt, auch die Ausscheidung oder Zertheilung krankhafter Stoffe in demselben. Selbst die Rheumatismusketten, die jetzt sehr gebräuchlich sind, können in diesem Sinne Dienste leisten, vorausgesetzt, daß sie überhaupt elektrische Wirkungen hervorzubringen vermögen. Die vorzüglichste ist die Pulvermachersche Kette, die so außerordentlich wirksam ist, daß man durch zwei solcher Ketten und den Unterbrecher, wie ihn Herr Mechaniker Gruel in Berlin (Roßstraße 3) anfertigt, im Stande ist, eine große Reihe galvanischer Erscheinungen zu zeigen und alle einzelnen Einwirkungen des Galvanismus auf den menschlichen Körper zum Vorschein zu bringen.

Wir beantworten daher die obige Frage wegen der elektrischen Kuren dahin: daß die metallisch erregte Elektrizität keineswegs die thierische irgendwie direkt ersetzen,

wahrscheinlich auch nicht heilbringend verstärken kann; daß aber der Reiz der Elektrizität auf Haut und Muskeln in einzelnen Fällen wol heilsam einzuwirken vermag; und wir schließen diese Reihe der Beobachtung mit der Behauptung, daß es Charlatanerie ist, wenn man den Galvanismus als einzige Medizin anpreisen hört, daß es aber absprechender Dünkel wäre, wenn man den Reiz der galvanischen Behandlung ganz und gar aus dem Reiche der Heilmethode verbannen wollte.

XII. Von den chemischen geheimen Kräften.

Nachdem wir eine Reihe geheimer Naturkräfte unsern Lesern vorgeführt haben, wollen wir noch eine neue Kraft vorführen, die in ihrer Erscheinung sich wesentlich von den bisherigen Kräften unterscheidet. Wir meinen die chemische Kraft.

Die große Verwandtschaft der chemischen Kraft mit der elektrischen Kraft werden wir noch später näher in's Auge fassen, wenn wir zum Schluß unseres Themas eine Betrachtung über die vorgeführten Kräfte der Natur anstellen werden; für jetzt jedoch wollen wir die Erscheinung der chemischen Kraft selber in's Auge fassen, denn sie ist wunderbar und geheimnißvoll.

Ein Jeder weiß es, daß Eisen, wenn man es in feuchter Luft liegen läßt, nach einiger Zeit zu rosten anfängt. Statt des blanken metallischen Eisens bildet sich ein rothes zusammenbackendes, aber doch leicht krümliches Pulver, während das Eisen verschwindet. Läßt man das Eisen immer weiter unter dem Einfluß der feuchten Luft, so verwandelt es sich ganz und gar in Rost und zeigt endlich vom Eisen keine Spur mehr.

Es fragt sich: was ist hier vorgegangen?

Die Naturwissenschaft giebt hierauf die Antwort: Hier ist eine chemische Kraft thätig gewesen, welche das Eisen chemisch verwandelt hat.

Die genaueste Untersuchung zeigt, daß wenn man das Eisen früher genau gewogen hat und nun den Rost nochmals auf die Wage bringt, der Rost schwerer ist als das Eisen war, daß also offenbar zum Eisen jetzt etwas hinzugekommen sein muß, was die Verwandlung hervorgebracht hat.

Was aber ist es, das hier dazu gekommen ist?

Hierauf antwortet die Wissenschaft nach den gewissenhaftesten und allersichersten Prüfungen Folgendes: Zu dem Eisen ist der Sauerstoff der Luft hinzugekommen, und begünstigt von der Feuchtigkeit der Luft hat sich das Eisen mit dem Sauerstoff verbunden, so daß das Eisen völlig umgewandelt und zu dem rothen Pulver wurde, das wir Rost nennen. Hätte man das Eisen mit ein wenig Talg eingeschmiert, so daß die Luft nicht direkt zukommen konnte, so würde es nicht in Rost verwandelt worden sein.

Kann man aber den Rost nicht wieder in Eisen verwandeln? Kann man nicht in irgend einer Weise den Sauerstoff wieder aus dem Rost vertreiben, so daß das Eisen wieder rein zum Vorschein kommt?

Hierauf antwortet sowol die Wissenschaft wie die gewöhnliche Praxis, daß man das ganz gut kann und in der That in jedem Eisenbergwerk, wo Hoch-Oefen sind, es auch macht. Denn das Eisen wird ursprünglich nicht als reines Eisen gefunden, sondern man gräbt und haut es in den Bergwerken als eine Art steinernen Rost aus dem Felsen und der Erde. Diese Art Rost, der auch nichts ist als Eisen, das verwandelt worden ist, indem sich damit Sauerstoff verbunden hat, diese Art Rost wird mit Kohle gemischt

in einen Ofen gebracht. Hier brennt man die Kohle an und läßt sie verbrennen. Bei diesem Verbrennen geht der Sauerstoff aus dem Rost und verbindet sich mit der Kohle, indem sie mit derselben Kohlensäure bildet und das Eisen schmilzt und kommt aus einer Oeffnung des Ofens als Gußeisen heraus.

Man hat also aus Eisen, welches sich mit Sauerstoff verbunden hatte, den Sauerstoff hinausgebracht, indem man ihn mit der Kohle in Verbindung brachte.

Wie aber erklärt man sich diesen Vorgang? Warum verläßt der Sauerstoff der Luft seinen Ort in der Luft und verbindet sich mit dem Eisen, um Rost zu bilden, und weshalb verläßt wieder dieser Sauerstoff das Eisen, um sich mit Kohle zu verbinden, Kohlensäure zu bilden und das Eisen frei zu lassen?

Die Antwort hierauf ist folgende:

Auch dieses Verbinden zweier Stoffe, das man eine chemische Verbindung nennt, ist ein geheimer Vorgang in der Natur, dessen Grund man nicht mit Sicherheit angeben kann; es spricht aber die größte Wahrscheinlichkeit dafür, daß eine geheime Anziehungskraft mit im Spiele ist, die so wunderbare Dinge verrichtet.

Man nennt diese Anziehungskraft, die hierbei thätig ist, die chemische Verwandtschaft; allein das Wort „Verwandtschaft" ist in vollem Sinne des Wortes unpassend, denn wir werden später sehen, daß es gerade umgekehrt mit dieser Anziehung ist, daß nämlich wirklich verwandte Stoffe sich nicht gegenseitig chemisch anziehen, während gerade die sich unähnlichsten Stoffe, die garnichts Verwandtes an sich haben, sich am eifrigsten anziehen.

Wir wollen daher das Wort „Verwandtschaft", das in der Chemie so häufig gebraucht wird, hier lieber immer mit den Worten „chemische Neigung" bezeichnen; im Grunde

genommen aber kommt es auf die Bezeichnung nicht an, wenn man sich nur das Richtige dabei denkt, und das Richtige ist, daß eine geheime Anziehungskraft zwischen Eisen und Sauerstoff vorhanden ist, die es bewirkt, daß aus Eisen Rost wird, und daß noch eine stärkere Anziehungskraft zwischen Kohle und Sauerstoff stattfindet, die es macht, daß unter begünstigenden Umständen der Sauerstoff das Eisen verläßt und sich mit der Kohle verbindet.

Wir haben also hier wieder ein Naturgeheimniß, eine Anziehungskraft, und zwar eine chemische Anziehungskraft, und da wir der Anziehungskraft schon so oft in unserm Thema begegnet sind, so wollen wir einmal sehen, wie sich die chemische Anziehungskraft ganz absonderlich und anders zeigt, als die bisherigen Anziehungskräfte.

XIII. Die Verschiedenheit der geheimen Kräfte.

Wenn wir gewissenhaft verfahren wollen, dürfen wir bei der Betrachtung der neuen, der chemischen Anziehungskraft, es nicht scheuen, nochmals einen Blick auf die bisher vorgeführten Anziehungskräfte zu werfen, um das Aparte dieser neuen Kraft deutlicher einsehen zu können.

In allen festen Massen herrscht eine Anziehungskraft, welche je ein Atom an das andere fesselt, und die es verhindert, daß die Atome auseinander fallen. Ein Stück Eisen, ein Stück Blei oder sonst ein Stück eines festen Körpers ist nur darum weniger oder mehr unzerbrechlich und unzertrennbar, weil alle kleinen Eisentheilchen oder Bleitheilchen oder sonst die Theilchen eines Körpers sich gegenseitig mit einer gewissen Kraft festhalten. Trotzdem aber wissen wir, daß diese einzelnen Theilchen nicht unverrückbar dicht an einander liegen, denn man kann Eisen, Blei

oder andere feste Körper durch Druck noch mehr an einander pressen. Demnach muß man annehmen, daß sich die Theilchen in einer gewissen Entfernung festhalten, also gegenseitig eine Anziehung auf einander ausüben.

Neben dieser Anziehung jedoch existirt, wie wir das schon gezeigt haben, in denselben Körpern auch zugleich eine Abstoßungskraft. Denn hat man Eisen zusammengepreßt und es gewaltsam kleiner gemacht, so dehnt es sich sofort wieder aus, wenn man den Druck aufhören läßt. Man muß also hieraus schließen, daß die Anziehungskraft zwischen einem Atom und dem andern nur bis zu einer gewissen Grenze geht und wenn man zwei Atome gewaltsam mehr einander nähert, wieder eine Abstoßung zwischen den Atomen thätig ist, die sich bestrebt, die Atome von einander in gewisser Weite entfernt zu halten.

Dies ist die eine Art der geheimen Anziehungskraft, die zugleich mit einer eben so geheimen Abstoßungskraft gepaart ist.

Wir haben sodann eine zweite Anziehungskraft kennen gelernt, die auf weite Entfernungen wirkt, wie z. B. die Anziehungskraft der Himmelskörper, der Sterne, der Planeten, der Erde, und haben auch gesehen, daß alle Massen in gleicher Weise dieselbe Kraft der Anziehung besitzen, die zwar mit der Entfernung abnimmt, aber immer noch wirksam ist. Von dieser Anziehungskraft kennen wir kein Beispiel, daß sie auch mit einer Abstoßungskraft gepaart sein sollte. Es bildet also diese Anziehungskraft, deren Grund ebenfalls ein Naturgeheimniß für uns ist, eine ganz andere Art von Naturkraft.

Wir haben ferner gesehen, daß Magnete eine Anziehungskraft besitzen, die bis auf einen gewissen Punkt mit der Massenanziehung viel Aehnlichkeit besitzt; allein die magnetische Kraft ist wiederum anders. Sie besitzt eine

Polarität, das heißt eine Eigenschaft, wodurch in dem magnetischen Körper eine gewisse Trennung seiner Kraft nach zwei Seiten hin stattfindet. Eine Magnetnadel hat wie jeder magnetische Körper zwei Pole und eigenthümlicherweise stoßen sich die gleichen Pole von zwei Magnetnadeln stets ab, während sich die ungleichen gegenseitig anziehen.

Viel Aehnlichkeit mit dieser magnetischen geheimen Kraft hat freilich die elektrische Kraft, denn auch diese theilt sich in Anziehung und Abstoßung; allein es findet wieder der große Unterschied zwischen Magnetismus und Elektrizität statt, daß der Magnetismus garnicht aus seiner Trennung in Pole herauszubringen, daß man z. B. mit aller Kunst es nicht dahin bringen kann, eine Magnetnadel herzustellen, die in ihrer ganzen Länge nur nordmagnetisch oder nur südmagnetisch ist, während man die Elektrizität mit größter Leichtigkeit trennen, und z. B. jeden beliebigen Körper sowohl positiv, wie auch negativ elektrisch machen kann, wenn man will. Es findet ferner auch noch der eigenthümliche Unterschied statt, daß der Magnetismus gewissermaßen fest sitzt an einem Körper, der ihn besitzt und nicht von dem einen Körper fortgenommen und in einen andern gebracht werden kann, während man mit der Elektrizität dies in der größten Leichtigkeit zu Wege bringt, und so zu sagen die Elektrizität in einem Körper beliebig ansammeln, entladen, auf einen andern Körper übergehen lassen kann, ja daß man im Stande ist, sie zu leiten bis auf Tausende von Meilen und sie zu handhaben als hätte man einen Stoff vor sich, den man von einem Gefäß ins andere gießen und durch beliebig lange Röhren hinfließen lassen kann, wohin man nur Lust hat.

Von all diesen Eigenthümlichkeiten, welche die bisher

vorgeführten geheimen Naturkräfte von einander unterscheiden, besitzt die chemische Kraft so gut wie garnichts.

Sie beruht auch auf einer Anziehungskraft; aber diese ist so eigenthümlich und hat so bestimmte eigene Gesetze, daß sie für den ersten Augenblick als eine ganz neue mit den vorigen Kräften garnicht in Verbindung stehende Kraft erscheint. Diese Eigenthümlichkeiten und Verschiedenheiten wollen wir nun vorerst genauer kennen lernen und sodann zu den Gesetzen kommen, welche die Naturwissenschaft im Stande gewesen ist, der geheimen Kraft der chemischen Anziehung abzulauschen. Wir werden sehen, daß diese Gesetze wiederum einen Weg bahnen, die Erkenntniß der Naturgeheimnisse dem menschlichen Forschergeist aufzuschließen.

XIV. Die besonderen Eigenthümlichkeiten der chemischen geheimen Kraft.

Vor allem zeigt sich die geheimnißvolle Anziehungskraft in der Chemie schon insofern auffallend verschieden von den bisherigen Kräften, als sie diesen Kräften gewissermaßen entgegenarbeitet.

Wir haben gesehen, daß Eisen sich mit Sauerstoff verbindet, daß also zwischen Eisen und Sauerstoff eine Art Anziehungskraft obwaltet, welche es macht, daß die festen Atome des Eisens sich loslassen und jedes Eisen-Atom für sich eine Portion Sauerstoff wählt, mit welcher es jetzt einen Körper bildet. Ein Stück Eisen, das wir mit aller Kraft nicht auseinander zu reißen vermögen und von dem wir annehmen müssen, daß seine Atome sich mit großer Gewalt an einander festhalten, zerfällt ohne

alle Kraftanstrengung in Rost, das heißt nichts anderes: es dringt, sobald die Umstände es gestatten, Sauerstoff hinein und trennt die Atome von einander.

Hieraus sollte man den Schluß ziehen, daß Eisen eine so starke chemische Anziehung auf Sauerstoff ausübt, daß die Anziehungskraft seiner eigenen Atome sich dagegen verliert; aber wunderbar genug äußert sich diese so große chemische Anziehung auch nicht im mindesten, sobald man nur das Eisen mit dem feinsten Schicht von Talg z. B. oder von sonst irgend einem trennenden Stoffe überzieht, der keinen Sauerstoff zuläßt. Hieraus nimmt man wahr, daß die chemische Anziehung nicht nur anderer Natur ist als die Anziehung der Atome fester Körper, sondern sie muß auch eine ganz andere als die Massenanziehung sein, von der wir wissen, daß sie auf Entfernungen wirksam ist.

Wir haben des leichtern Verständnisses halber das Rosten des Eisens als Beispiel für chemische Anziehung gewählt, weil wohl Jedermann schon das Rosten beobachtet hat. Es giebt aber noch viele andere Stoffe, an welchen wir diese Erscheinung hätten zeigen können; namentlich existirt ein Metall, das den Namen Kalium führt und silberähnlich aussieht, und dieses Metall hat eine so gewaltige Neigung sich mit Sauerstoff zu verbinden, daß man gar kein anderes Mittel besitzt, es davor zu schützen, als daß man es in Steinöl aufbewahrt, welches keinen Sauerstoff enthält. Trotzdem aber, daß die Anziehung zwischen Kalium und Sauerstoff ungeheuer groß ist, würde man doch vergebliche Versuche anstellen, um nachzuweisen, daß sie sich gegenseitig einander nähern, wenn man sie um ein Haar weit von einander entfernt hat. Füllte man z. B. eine Glaskugel mit Kalium und eine zweite mit Sauerstoff und legte sie im luftleeren Raume neben einander, so würden sich die Kugeln trotz der Anziehungskraft

ihrer Stoffe durchaus nicht zu einander bewegen, denn die chemische Anziehung ist selbst für die kleinste Entfernung unwirksam.

Wir sehen demnach, daß die chemische Anziehung durchaus von anderer Beschaffenheit sein muß als die Anziehung der Massen.

Noch weniger gleicht die chemische Anziehung irgendwie der magnetischen Anziehung. Von der magnetischen Anziehung wissen wir vor Allem, daß sie, wie die Massenanziehung auf Entfernungen wirksam ist, was bei der chemischen Anziehung nicht stattfindet. Ferner zeigt die chemische Anziehung nichts von Polarität, das heißt: sie theilt den Körper nicht in zwei Pole, wie es der Magnet thut. Endlich findet sich in der chemischen Anziehungskraft keine Erscheinung, welche sich in einem Stoffe gewissermaßen vertheilt, während dies im Magneten vollkommen der Fall ist. Eine Eisenstange, die man an einem Punkte magnetisch macht, wird durch die ganze Länge magnetisch; während das eine Ende einer Eisenstange ganz und gar einer chemischen Verbindung ausgesetzt werden kann, ohne daß das andere Ende irgendwie davon betroffen wird.

In noch größerem Maße verschieden ist die chemische Anziehungskraft von der, welche sich an der Elektrizität zeigt. Während die Elektrizität fortgeleitet werden kann von Ort zu Ort und im vollen Sinne des Wortes das bewegteste Element des Weltraumes zu sein scheint, ist die chemische Thätigkeit nur an den Ort gebannt, wo sie vorgeht. Man vermag sie durch nichts überzuleiten von einem Orte, wo sie stattfindet, auf einen andern. Man würde vergeblich von einem Gefäß, wo eine chemische Verbindung vor sich geht, Drähte oder sonst irgend etwas nach einem zweiten Gefäße leiten, um auch hier eine gleiche oder ähnliche Wirkung hervorzurufen.

Freilich findet ein sehr inniges Verwandtschaftsverhältniß zwischen allen diesen Kräften statt, wie wir das noch später sehen werden; für jetzt jedoch ist es zur Kenntniß der Thatsachen nothwendig, daß wir die besondere Art von geheimer Naturkraft, die in der Chemie zum Vorschein kommt, in ihrer besonderen Eigenthümlichkeit kennen lernen, und indem wir sofort zu den Hauptgesetzen der Chemie kommen werden, wollen wir hier noch folgende Bemerkungen vorausschicken.

Fast bei allen Naturkräften, die wir hier vorgeführt haben, existirt neben einer Anziehungskraft auch eine Kraft der Abstoßung; bei der Chemie ist dies nicht der Fall. Die Kraft, mit welcher ein Stoff einen andern, mit dem er sich verbinden will, anzieht, muß sehr groß sein. Wir kennen diese Größe der Kraft zwar nicht direkt, aber sie zeigt sich ganz unverkennbar darin, daß die chemische Kraft Metalle aus ihrem festesten Zusammenhange zu reißen und sie in Atome aufzulösen im Stande ist, um sie zu einer chemischen Verbindung zu bringen. Die Vernichtung des festen Zusammenhanges im Eisen, welche beim Rosten desselben stattfindet, diese Vernichtung geht nur langsam vor sich; aber man lege nur etwas Eisen, zum Beispiel eine Handvoll kleiner Nägel in ein Glas Wasser, worin man eine Portion Schwefelsäure hineingegossen und man wird eine chemische Auflösung des Eisens wahrnehmen, die sehr schnell vor sich geht. Auch hier beruht diese Auflösung auf einer chemischen Anziehung, und diese Kraft der Anziehung muß sehr bedeutend sein, da sie die Nägel, die wir mit den Fingern kaum zerbrechen können, mit Leichtigkeit und Schnelligkeit auflöst. Gleichwol jedoch ist neben dieser so starken Anziehungskraft noch nirgend eine chemische Abstoßungskraft herausgefunden worden. Während sich allenthalben in der Natur Kraft und Gegenkraft findet,

scheint dies in der Chemie nicht der Fall zu sein, wenigstens sind alle ihre Erscheinungen aus der einen Anziehungskraft zu erklären, ohne daß sie irgendwie eine Gegenkraft verrathen.

XV. Die Haupt-Erscheinungen der chemischen Kraft.

Wenn man sich das Eigenthümliche der chemischen Anziehung recht deutlich machen will, so hat man hauptsächlich Folgendes zu beachten.

Erstens: die chemische Anziehung ist eine Kraft, die allen Stoffen eigen ist.

Zweitens: Jeder einzelne Stoff hat zwar eine Neigung sich mit andern Stoffen zu verbinden; aber diese Neigung bleibt sich nicht gleich, sondern ist je nach den Stoffen verschieden.

Drittens: Die ursprüngliche Anziehung hört ganz und gar auf, sobald die chemische Verbindung vollendet und aus den früheren Stoffen ein bestimmter neuer Stoff geworden ist.

Viertens: Man findet bei einer nähern Untersuchung höchst merkwürdige Verbindungsverhältnisse heraus, welche darauf hinführen, daß alle chemischen Verbindungen der verschiedensten Stoffe auf einem und demselben Grunde beruhen müssen.

Wir wollen es versuchen, die hier angegebenen Eigenthümlichkeiten so deutlich wie möglich zu machen.

Wir haben gesagt, daß die chemische Anziehung eine geheime Kraft ist, die allen Stoffen in der Welt eigen sei. Wir verstehen hierunter Folgendes.

Alle Dinge, die wir in der Welt sehen, Holz, Stein, Erze, Sand, Kalk, Erde, Salze, Wasser, Luft, Pflanzen, Thiere, mit einem Worte alles, was uns nur irgendwie vor Augen kommt, ist chemisch untersucht worden und man hat herausgefunden, daß all die tausend und abertausend Dinge sammt und sonders nur aus etwa sechzig einfachen Stoffen zusammengesetzt sind, die man die chemischen Urstoffe oder chemischen Elemente nennt. Die ganze Natur ist aus diesen sechzig Urstoffen aufgebaut. Diese Urstoffe sind gewissermaßen die Bausteine der ganzen Schöpfung, und die geheime chemische Kraft ist so zu sagen der Baumeister, der aus diesen Bausteinen die Welt zusammenstellt.

Wenn man diesen Gedanken einmal durch ein recht kühnes Bild ausdrücken will, so kann man sagen: Der liebe Gott hat nur nöthig gehabt einige sechzig einfache Stoffe durch sein Schöpferwort zu schaffen und ihnen die in denselben liegende chemische Kraft zu geben; alles Uebrige, also die ganze Welt, wie sie jetzt gestaltet ist, konnte sich durch die Chemie schon von selber machen.

Diese sechzig einfachen Urstoffe, die man in jedem chemischen Werke verzeichnet findet, diese sind es, deren gegenseitige chemische Anziehungkraft man untersucht hat. Die gewöhnlichsten der sechzig Stoffe sind Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, Kiesel und die ganze Reihe von Metallen, die wir im gewöhnlichen Leben alltäglich sehen, wie Zinn, Eisen, Zink, Blei, Kupfer, Silber, Gold 2c.

Wenn wir nun sagen, es existirt eine chemische Anziehungskraft zwischen diesen Stoffen, so heißt dies so viel, wie Folgendes. Jeder dieser Stoffe, z. B. Sauerstoff, verbindet sich unter Umständen mit jedem der andern Stoffe. Also Sauerstoff verbindet sich mit Stickstoff und bildet so Salpetersäure. Er verbindet sich auch mit Wasserstoff

und bildet Wasser. Er verbindet sich mit Kohlenstoff und bildet sodann Kohlensäure. Er verbindet sich mit Schwefel und bildet Schwefelsäure und so geht es fort, das heißt, er kann sich unter Umständen mit all den andern genannten Stoffen verbinden und bildet dann immer ganz etwas anderes.

Offenbar liegt diese Verbindungskraft des Sauerstoffes nicht in ihm allein, sondern sie liegt auch in jedem der andern Stoffe, die sich mit ihm chemisch verbinden. Wir können also in Wahrheit nicht sagen, daß die geheime Kraft der Anziehung, durch welche die chemische Verbindung hergestellt wird, nur in dem Sauerstoff allein, oder in dem anderen Stoffe allein vorhanden sei, sondern die Anziehungskraft ist nur das Verhältniß, das zwischen dem Sauerstoff und jedem andern Stoffe obwaltet. Die geheime Kraft liegt in beiden, oder noch richtiger in dem Verhalten der beiden Stoffe zu einander.

Da dies nun bei allen sechzig Urstoffen der Fall ist, so kann man mit Recht sagen, daß in jedem der Stoffe eine Kraft thätig ist, welche die chemische Anziehung bewirkt, sobald man ihm einen zweiten Stoff in gehöriger Weise darbietet. Da aber alle Dinge der Welt aus diesen sechzig Urstoffen zusammengesetzt sind, so folgt daraus, daß die eigentliche geheime chemische Kraft in allen Dingen der Welt liegt und in allen zur Erscheinung kommen kann und auch wirklich kommt.

Diese chemische Kraft ist es, in der alle Dinge der Welt sich gestalten und in der sie veralten. Sie baut Alles in der Welt auf und legt Alles wieder auseinander. Alles, was man im gewöhnlichen Leben verwittern, rosten, zerfressen, verbrennen, zerfallen, faulen, morsch werden, absterben, verwesen, auflösen nennt, ist nur eine Folge eines chemischen Vorganges, oder richtiger: eine Folge der

chemischen Anziehung, die sich geltend macht und gestaltete Dinge umgestaltet. Aber nicht minder ist alles, was man im gewöhnlichen Leben entstehen, sich bilden, keimen, wachsen u. s. w. nennt, auch nur eine Folge der chemischen Kraft, die immerfort und immerfort in allen Dingen der Welt in ununterbrochener Thätigkeit ist.

Man wird hiernach einsehen, daß die geheime chemische Kraft eine Hauptrolle in der Welt spielt, ja daß sie die Weltgestaltung in sich trägt und daß sie wol verdient, daß man einiges Nachdenken auf sie und ihre Gesetze verwendet.

Für jetzt also haben wir es deutlich gemacht, daß die chemische Anziehung eine Kraft ist, die in allen Stoffen und eigentlich in allen Dingen der Welt vorhanden ist; wir wollen es nunmehr deutlich machen, wie sonderbar und eigenthümlich verschieden diese Kraft in ihrer Neigung bei verschiedenen Stoffen ist.

XVI. Die chemische Verwandtschaft oder Neigung.

Nachdem wir gesehen haben, daß die geheime chemische Kraft der Anziehung in allen Urstoffen der Welt vorhanden ist, und wir diesem Grundsatz noch die Versicherung hinzufügen können, daß es auch nicht einen einzigen Stoff in der Welt giebt, der nicht mit einem andern eine Verbindung einzugehen bereit ist, wenn eben der andere nur der für ihn passende ist, so wollen wir jetzt einmal sehen, wie verschieden diese chemische Kraft in verschiedenen einzelnen Stoffen obwaltet, und wie es daher rührt, daß nicht nur die seltsamsten und wunderbarsten Verbindungen zu

Stande kommen, sondern daß auch aus diesen Verbindungen die wunderlichsten und unerwartetsten Dinge von der Welt werden.

Zwischen je zwei chemischen Urstoffen findet immer eine chemische Anziehungskraft statt; aber die Stärke dieser Anziehungskraft ist außerordentlich verschieden.

Wir haben es schon erwähnt, daß Eisen eine große Neigung besitzt, sich mit Sauerstoff zu verbinden und Rost zu bilden. Es waltet also zwischen Eisen und Sauerstoff eine Art Liebe ob, die sie zwingt, eine eigenthümliche Ehe zu schließen und etwas ganz anderes zu werden, als sie ursprünglich waren. Allein es giebt Stoffe, deren Neigung zum Sauerstoff noch größer ist als die des Eisens, oder um uns wieder bildlich auszudrücken, die noch begieriger sind eine Ehe mit dem Sauerstoff einzugehen, und diese Begierde ist oft so groß, daß gewisse Stoffe unter gewissen Umständen den Sauerstoff aus dem Rost herausholen, um sich mit ihm zu verbinden und das Eisen gewissermaßen aus der Ehe zu treiben.

Wir haben es schon erwähnt, daß dies in einem Hoch-Ofen geschieht. Wenn in einem solchen Ofen, der in Eisen-Bergwerken gebräuchlich ist, die mit dem Rost vermengte Kohle zu glühen anfängt, so entsteht eine so ungemeine Liebschaft zwischen dem Sauerstoff im Rost und der brennenden Kohle, daß der Rost zerlegt wird. Der Sauerstoff verläßt den bisherigen Gatten, das Eisen, und geht eine neue Ehe ein mit der Kohle um Kohlensäure zu bilden und das Eisen des Rostes kommt rein und ohne Sauerstoff aus dem Ofen herausgeflossen.

Hieraus sieht man, daß die chemische Anziehungskraft zwischen Kohle und Sauerstoff unter Umständen z. B. beim Glühen größer ist als zwischen Eisen und Sauerstoff. In der That kann man Eisen vor dem Rosten schützen, wenn

man es in trockener fein gepulverter Kohle verwahrt. Eine noch stärkere Liebschaft besteht zwischen Sauerstoff und dem Metall Kalium, das wir bereits erwähnt haben. Ja, diese Liebschaft ist so groß, daß man ein Stückchen Kalium gar nicht an die Luft bringen darf, denn ehe man sich's versieht, ist dies blanke silberhelle Metall durch Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft in eine weiße krümlige Masse, die man Kali nennt, verwandelt, und läßt man dieses noch länger in der Luft, so wird sogar das Kali feucht und zerfließt endlich wie naßgewordener Zucker.

Wenn man sich also eine richtige Vorstellung von der Anziehungskraft, die zwischen zwei chemischen Stoffen waltet, machen will, muß man sagen: die Anziehungskraft ist zwar immer vorhanden zwischen je zwei chemischen Urstoffen. Wenn die Umstände diese Anziehungskraft begünstigen, entsteht aus diesen zwei Urstoffen ein ganz anderes Ding, das oft nicht die mindeste Aehnlichkeit mit den Urstoffen hat. Aber diese Anziehungskraft ist nicht immer gleich bei allen Urstoffen, sondern es waltet zwischen je zwei Urstoffen bald eine größere, bald eine schwächere Anziehung ob.

Indem wir später dem Grunde dieser Erscheinung nachspüren wollen, um uns diese Eigenthümlichkeit der Stoffe einigermaßen zu erklären, wollen wir für jetzt einmal in Betracht ziehen, wie so eigenthümliche Dinge aus den Verbindungen zweier Stoffe hervorgehen.

Wir haben es schon erwähnt, daß aus einer chemischen Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff die Salpetersäure entsteht; ferner wissen wir bereits, daß aus einer Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff Wasser hervorgeht.

Was Wasser ist, weiß jeder Mensch. Alles Wasser der Welt, unser Trink-, Brunnen-, Fluß- und Regen-

wasser ist nichts anderes als eine chemische Verbindung von zwei Luftarten, von Sauerstoff und Wasserstoff. — Viele werden auch wol wissen, was die Salpetersäure für eine eigene Flüssigkeit ist. Sie ist eine äußerst beizende Flüssigkeit von höchst saurem Geschmack, so daß ein paar Tropfen hinreichen, ein Glas Wasser sauer schmeckend zu machen. Sie ist so ätzend, daß man fast alle Metalle in derselben auflösen kann. Taucht man ein wenig Baumwolle in ganz reine Salpetersäure und läßt sie auch nur eine Sekunde darin, so wird sie die bekannte Schießbaumwolle. Man kann sie dann stundenlang auswässern und mit Wasser waschen, die Baumwolle wird, wenn sie trocken ist, noch heftiger wie Schießpulver abbrennen, sobald man nur ein Fünkchen daran bringt. Man sieht also, die Salpetersäure ist ein ganz anderes Ding als Wasser.

Nun aber wissen wir, daß in beiden, sowol im Wasser wie in der Salpetersäure Ein Stoff ganz derselbe ist, nämlich der Sauerstoff. Sie unterscheiden sich nur darin, daß in dem einen, im Wasser, Wasserstoff, während in der Salpetersäure Stickstoff vorhanden ist. Wenn man nun sieht, wie das Wasser so milde und die Salpetersäure so brennend und ätzend ist, so könnte man auf den Gedanken kommen, daß diese Eigenthümlichkeiten nur von den Eigenschaften des Wasserstoffs und des Stickstoffs herrühren müssen. Man sollte meinen, der Wasserstoff mache das Wasser so milde, so unschuldig, während der Stickstoff daran Schuld haben muß, daß die Salpetersäure so gefährlich und heftig wirkend ist. — Das aber ist ein großer Irrthum!

Wer sich hiervon überzeugen will, der denke sich nur einmal, was wol entstehen müßte aus einer Verbindung von Wasserstoff und Stickstoff. Gewiß glaubt der Unkundige, daß hieraus so eine Art wässrige Salpetersäure oder

dergleichen halb unschuldiges Ding entsteht; aber er kaufe sich nur zum Spaß aus der Apotheke für einen Sechser Ammoniak und rieche daran, und er wird merken, daß aus den zwei Stoffen, die er schon die Ehre hatte, im Wasser und in der Salpetersäure kennen zu lernen, etwas ganz anderes als diese Dinge geworden ist.

Eine weitere Betrachtung wird uns aus diesem leicht faßlichen Beispiel manchen interessanten Blick in die Geheimnisse der Stoffe und ihrer Verbindungen thun lassen.

XVII. Wie sonderbar oft die Resultate chemischer Verbindungen sind.

Wenn man sieht, wie man aus den drei genannten chemischen Urstoffen, aus Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff so ganz besondere drei Flüssigkeiten machen kann, die mit einander nicht die mindeste Aehnlichkeit haben, so kann man so recht bemerken, was es mit der chemischen Kraft für eine ganz eigene Bewandniß hat, und daß hier ein Geheimniß ganz eigenthümlicher Art dahinter stecken muß.

Sauerstoff und Wasserstoff in chemischer Verbindung geben Wasser. Aber weder der Sauerstoff allein, noch der Wasserstoff allein hat die mindeste Aehnlichkeit vom Wasser. Beides sind Luftarten, von denen die eine, der Sauerstoff, von uns mit jedem Athemzug eingeathmet wird; die andere, der Wasserstoff, ist eine Luftart, die, wenn sie angezündet wird, mit großer Hitze brennt. Hat man in einer Schweinsblase Sauerstoff, in einer zweiten Wasserstoff und läßt man beide Gase durch feine Röhrchen ausströmen, so daß der Wasserstoff durch den Strom von Sauerstoff strömt, so braucht man nur den Wasserstoff mit einem Zündhölzchen

anzustecken, um den höchsten Grad von Hitze zu erhalten, der bisher erzeugt werden konnte. Man nennt diese Mischung Knallgas und in der schwachen wenig leuchtenden Flamme des Knallgases schmilzt nicht nur Glas, als ob es Wachs wäre, sondern der härteste Stahl brennt darin so lebhaft, daß die Funken nach allen Seiten herumsprühen. Und doch ist die chemische Verbindung dieser beiden Luftarten nichts als Wasser, ganz gewöhnliches Wasser, das nicht brennt und die Verbrennung nicht befördert, sondern gerade gebraucht wird, um Feuer zu löschen. —

Sauerstoff und Stickstoff sind beides Luftarten. Ja diese zwei Luftarten sind die Bestandtheile unserer gewöhnlichen Luft, in welcher wir leben und athmen. Alle Luft, welche die Erde umgiebt und alles erfüllt, was wir in und an uns haben, besteht aus vier Theilen Stickstoff und einem Theile Sauerstoff. Zum Glück sind diese beiden Stoffe in der Luft nicht chemisch verbunden, sonst würde die Luft nicht Luft, sondern eine höchst ätzende brennende furchtbare Flüssigkeit, sie würde Salpetersäure sein, die alles Leben zerstören würde. Bekäme die Luft der Erde einmal irgend welchen Zustand, der eine chemische Verbindung der beiden Luftarten, aus denen sie besteht, zu Wege bringt, so würde ein Meer von Salpetersäure die Erde überschwemmen und alles Leben und Dasein auf derselben vernichten. Hier kann man so recht sehen, welch ein Unterschied es ist ob zwei Urstoffe nur mit einander vermischt sind, wie es mit dem Sauerstoff und Stickstoff in der Luft der Fall ist, oder ob sie chemisch verbunden sind, wie es in der Salpetersäure stattfindet. Ohne Zweifel ist es eine eigne wunderbare Kraft, welche zwei so unschädliche, ja für das Leben so wichtige Stoffe derart in der Salpetersäure verbindet, daß sie eine Flüssigkeit

bilden, die an sich gar keine Aehnlichkeit mehr mit den Urstoffen hat.

Nimmt man aber den einen Bestandtheil des Wassers, den Wasserstoff, und den einen Bestandtheil der Salpetersäure, den Stickstoff, und bringt eine chemische Verbindung zwischen ihnen zu Wege, so bilden sie Ammoniak, das eigentlich auch ein Gas von so durchdringendem stechendem Geruch, daß es vollkommen unerträglich ist und selbst dort, wo es schon mit Wasser bedeutend geschwächt ist, wie in dem Ammoniak, den man in der Apotheke kaufen kann, so in die Nase steigt, oder richtiger die Geruchsnerven reizt, daß Einem die Thränen eine ganze Weile aus den Augen fließen.

Wenn wir dem noch die Versicherung hinzufügen, daß die Eigenschaften des Ammoniaks gerade die entschieden entgegengesetzten der Salpetersäure sind, so läßt es sich schon hieraus erkennen, daß es ganz was Eignes ist mit der Kraft der Chemie. Sie schafft in der Verbindung der Urstoffe Dinge, die gar nichts mehr mit den Urstoffen gemein haben; wie denn der Versuch gezeigt, daß man Wasserstoff mit Stickstoff gemischt ohne die mindeste Beschwerde einathmen kann und daß sie im reinen Zustand einzeln und auch in Mischung ganz geruchlos sind.

Will man nun einen Blick hinter das Geheimniß der Chemie thun, so muß man nicht nur auf das achten, was wir bereits angeführt haben, nämlich auf die größere und schwächere Neigung, die zwischen zwei Stoffen besteht, um sich zu einem neuen Ding zu verbinden, sondern man hat auch auf die Umstände Rücksicht zu nehmen, unter welchen die Verbindung möglich wird, denn von diesen Umständen hängt oft der hauptsächliche Vorgang der Verbindung ab.

Indem wir nun im nächsten Abschnitt von dieser Neigung zur Verbindung sprechen und einige der Umstände anführen

werden, die nöthig sind, um die chemische Anziehungskraft wirksam zu machen, wollen wir hier nur noch einige auffallende Thatsachen anführen, um zu zeigen wie die chemische Kraft merkwürdige Veränderungen der Stoffe hervorbringt.

Vom Stickstoff wissen wir schon, daß er ein ganz unschädlicher Stoff ist; vom Kohlenstoff wissen wir ein Gleiches, denn Kohlenstoff ist eigentlich nichts als reine Kohle, und doch giebt eine Verbindung von Kohlenstoff und Stickstoff ein Gas, das den Namen Cyan hat und sehr giftig wirkt. Kommt aber zu diesem noch Wasserstoff hinzu, das sonst so unschädlich ist, so entsteht daraus die schreckliche Blausäure, die das furchtbarste Gift ist, das man kennt, da es fast augenblicklich tödtlich wirkt. Gelingt es aber, einem so Vergifteten schnell Ammoniak beizubringen, so ist die Rettung noch möglich, obgleich Ammoniak auch nichts als Stickstoff und Wasserstoff ist, die ja Bestandtheile der Blausäure sind!

Die zerstörende Kraft des Chlors ist bekannt, da man oft genug klagen hört, daß das jetzt eingeführte Bleichen mit Chlor die Zeuge zerstöre. Chlorgas eingeathmet, wirkt erstickend. Ferner ist Natrium ein Metall, das tödtlich wirkt, wenn man ein Stückchen davon verschluckt. Und diese beiden gefährlichen Dinge, Chlor und Natrium, verbinden sich chemisch und bilden das Kochsalz, von dem wir täglich gar nicht wenig verschlucken und das für die Ernährung im höchsten Grade wohlthätig ist! — Die chemische Verbindung macht also auch schädliche Stoffe unschädlich.

XVIII. Die Umstände, unter welchen chemische Anziehungen stattfinden.

Da wir nun wissen, daß die geheime Kraft der chemischen Anziehung zwar in allen Stoffen vorhanden ist, daß sie aber nicht in jeden beliebigen zwei Stoffen gleich stark waltet, daß z. B. zwischen Kalium und Sauerstoff eine ungeheuer starke chemische Anziehungskraft thätig, daß sie zwischen Eisen und Sauerstoff schon schwächer ist, daß sie zwischen Silber und Sauerstoff noch weniger vorwaltet, — so läßt es sich denken, daß man eine ganze Reihe aufführen kann, um zu zeigen, wie stark oder wie schwach die Anziehung ist, die zwischen dem Sauerstoff und allen übrigen sechzig Urstoffen obwaltet.

Eine solche Reihe könnte man so aufführen, daß man mit demjenigen Urstoffe anfinge, der am wenigsten Lust hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, sodann der Reihe nach diejenigen Stoffe folgen ließe, die immer mehr und mehr diese Lust bezeigen, bis man zu denjenigen Stoffen gelangte, deren Neigung zum Sauerstoff sehr groß ist und zum Schluß endlich zum Kalium käme, das wie gesagt die allerstärkste Neigung zum Sauerstoff hat.

Gesetzt, man wäre im Stande, eine solche Reihe mit Genauigkeit aufzustellen, so besäße man eine Tabelle für die Stärke der chemischen Verbindungen, welche der Sauerstoff mit allen übrigen Stoffen eingeht, und es wird Jeder einsehen, daß solch eine Tabelle sehr interessant und lehrreich sein müßte.

Allein es hat leider seine große Schwierigkeit, eine solche Tabelle genau herzustellen; denn es hängt die chemische Verbindung eines Stoffes mit Sauerstoff nicht nur von der in beiden wohnenden Anziehungskraft ab, sondern auch noch von den Umständen, unter welchen die beiden

Stoffe zu einander gebracht werden. — Ein Beispiel, das wir erwähnt haben, wird das, was wir meinen, sehr deutlich machen.

Wir haben schon die allbekannte Thatsache erwähnt, daß Eisen so leicht rostet, das heißt, daß es sich so sehr leicht mit dem Sauerstoff der Luft verbindet. Nun aber wird schon Jedermann selber die Erfahrung gemacht haben, daß das Rosten sehr schnell vor sich geht in feuchter Luft, z. B. im Keller, während man im trockenen Zimmer Wochen lang ein Messer liegen lassen kann, ohne daß es rostet. Schon hieraus sieht man, daß der Umstand der Feuchtigkeit der Luft wesentlich dazu beiträgt, die Anziehungskraft zwischen Eisen und Sauerstoff zu befördern. — Nun wissen wir aber auch schon, daß man im Hoch-Ofen durch Glühen des Rostes mit Kohle das reine Eisen aus dem Rost gewinnen kann, indem der Sauerstoff des Rostes das Eisen verläßt und sich zur Kohle begiebt, um mit ihr Kohlensäure zu bilden. — Hieraus sollte man nun schließen, daß der Sauerstoff mehr Lust hat, sich mit der Kohle zu verbinden als mit dem Eisen; das aber ist durchaus nicht der Fall, denn es kommt eben auf die Umstände an.

Ein Stück Kohle kann Jahrelang in der Luft liegen, ohne daß es sich mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, während ein Stück Eisen die Verbindung schnell genug im Rosten eingeht; bringt man aber die Kohle an ein brennendes Licht, so daß sie zu glühen anfängt, so fängt augenblicklich die Verbindung der Kohle mit dem Sauerstoff der Luft an, und sie verwandelt sich in Kohlensäure mit der größten Leichtigkeit von der Welt.

Die Kohle hat also Lust sich mit Sauerstoff zu verbinden; allein hierzu muß sie einer großen Hitze ausgesetzt sein, sie muß angebrannt werden, es sind also Umstände nöthig, um die Liebschaft zwischen Kohle und Sauerstoff

zum Ausbruch zu bringen, was beim Eisen nicht der Fall ist.

Vielleicht könnte man hieraus schließen wollen, daß die chemische Anziehungskraft eine Art Liebschaft sei, die gerade durch die Hitze immer zunimmt; das wäre aber wieder fehlgeschossen, denn wir sehen es ja, daß die Hitze im Hoch-Ofen gerade die Liebschaft zwischen dem Eisen und dem Sauerstoff aufhebt, also schwächt und nicht verstärkt! —

Um zu sehen, wie sehr die chemische Anziehungskraft von Umständen herrührt, brauchen wir nur daran zu erinnern, daß in Pulverfabriken, wo man feingemahlenes Kohlenpulver lange gehäuft übereinander liegen ließ, dieses Kohlenpulver sich oft schon von selber in Brand gesetzt hat, und zwar rein durch die Anziehung des Sauerstoffs, den jedes Kohlenstäubchen in sich aufsaugt, verdichtet und festhält. Bei dieser Selbstentzündung, die oft die größten Gefahren herbeigeführt hat, geräth der ganze Haufen Kohlenstaub in Brand und verwandelt sich sammt dem Sauerstoff der Luft in Kohlensäure.

Schon diese eine Vergleichung zwischen Eisen und Kohle in ihrem Verhältniß zum Sauerstoff wird es beweisen, daß es seine Schwierigkeit haben muß, zu sagen, ob der eine oder der andere Stoff größere Neigung zum Sauerstoff hat; denn außer dieser Neigung spielen die Umstände, unter welchen chemische Verbindungen vor sich gehen, die größte Rolle und diese Umstände sind oft so verschieden, daß man sie garnicht mit einander vergleichen kann. —

Gleichwol hat sich die Wissenschaft nicht abschrecken lassen von der Schwierigkeit, welche die Umstände bieten und hat eine solche Tabelle der Neigungen herausstudirt und herausprobirt; denn diese Tabelle ist, wie wir zeigen

werden, von der allergrößten Wichtigkeit, wenn man hinter die Geheimnisse der Natur kommen will.

Wenn man die einzelnen Umstände, unter welchen chemische Verbindungen vor sich gehen, genauer erwägt, so ergiebt sich aus ihnen eine Art Uebersicht über den Zustand, in welchem zwei chemische Stoffe sich befinden müssen, um die in ihnen schlummernde Neigung zu äußern, und deshalb wollen wir einige Fälle des Beispiels halber hier aufführen; denn wir werden später sehen, daß diese Fälle die Möglichkeit gewähren, einen Blick in die Geheimnisse der Natur zu werfen.

Wir wissen schon, daß Eisen in feuchter Luft schneller rostet als in trockener, das heißt: die Verbindung zwischen dem Sauerstoff der Luft und dem Eisen wird durch die Feuchtigkeit der Luft befördert. Es wirkt also nicht die Anziehung der Stoffe allein, sondern auch der Zustand, in welchem die Stoffe sich befinden, auf die Verbindung derselben.

Wir wissen ferner, daß Kohle zwar Luftarten in sich einsaugt, ohne immer eine chemische Verbindung mit der Luftart einzugehen; dahingegen braucht man Kohle nur anzuzünden, das heißt zu erhitzen und sofort geht sie eine schnelle Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft ein und verwandelt sich mit dieser in Kohlensäure. Also hier sehen wir, daß die Feuchtigkeit der Luft keine Rolle spielt, sondern umgekehrt die Hitze ist die Kupplerin, welche die schnelle Ehe zwischen Kohle und Sauerstoff zu Wege bringt.

In vielen Fällen muß man, um eine chemische Verbindung zu Stande zu bringen, mindestens einen der Stoffe als Flüssigkeit anwenden. In manchen Fällen ist es nöthig, die Wärme zu steigern, um eine chemische Verbindung herbeizuführen; in manchen Fällen dagegen trennen sich

zwei Stoffe aus ihrer chemischen Verbindung, wenn man sie erwärmt.

Sehr wunderbar ist die Einwirkung des Sonnenlichtes auf einzelne chemische Verbindungen, namentlich auf solche, in welchen Chlor oder Jod eine Rolle spielt. Das Chlor hat die Eigenschaft, alle Farben zu zerstören, weshalb man es zum Bleichen der Zeuge anwendet, wozu man sich sonst des Sonnenlichtes bediente. Schon dieser Umstand deutete darauf hin, daß das Sonnenlicht die Stoffe chemisch verändert, indem es ähnlich wie ein chemischer Stoff, das Chlor wirkt. Wenn man nun durch die Forschungen der neuern Zeit ziemlich sicher weiß, daß das Sonnenlicht nicht eine Art Stoff, der von der Sonne durch den ganzen Weltraum ausströmt, sondern nur eine Erscheinung ist, von der die Sonne die Ursache ist, so kann man sich die Einwirkung des Sonnenlichtes auf chemische Stoffe nur dadurch erklären, daß man annimmt, es versetze das Sonnenlicht die Stoffe in einen eigenthümlichen Zustand, welcher auf die chemische Verbindung von Einfluß ist. — Vor wenigen Jahren noch wußte man von dieser Einwirkung des Lichtes auf den chemischen Zustand gewisser Stoffe sehr wenig; nur das Bleichen der Wäsche im Sonnenlicht, die Rasenbleiche, war eine bekannte Thatsache; gegenwärtig jedoch, wo man allenthalben, fast in jeder Hütte schon Lichtbilder, Daguerreotypen, Photographien findet, jetzt hat man Gelegenheit zu sehen, welche wunderbare Wirkungen das Sonnenlicht auf chemische Stoffe hervorzubringen vermag, denn die ganze Kunst, Lichtbilder anzufertigen, ist eine rein chemische Operation.

Am interessantesten ist noch ein Umstand, der uns gleichfalls lehrt, wie eigenthümlich oft der Zustand der Stoffe sein muß, wenn man sie zu einer chemischen Verbindung bringen will.

Es giebt Stoffe, die man nur dann zu einer chemischen Verbindung bewegen kann, wenn man sich gewissermaßen auf die Lauer legt und den Augenblick abwartet, wo sie eben erst aus einer chemischen Verbindung freigelassen worden sind. Bietet man ihnen in diesem Augenblick Gelegenheit eine neue Verbindung einzugehen, so geschieht es schnell und leicht; läßt man ihnen aber Zeit, so hört die Lust, eine chemische Verbindung einzugehen, auf.

Einige Beispiele derart bietet sowol die Entstehung der Salpetersäure, wie die des Ammoniak und auch in vielen Fällen die Entstehung des Wassers.

Wie wir wissen, besteht die Salpetersäure aus Sauerstoff und Stickstoff. Der Sauerstoff ist seiner Natur nach sehr verbindungslustig; allein der Stickstoff ist außerordentlich träge in dieser Beziehung, und das ist ein Glück, sonst würde sich oft in der Luft, die ja aus Sauerstoff und Stickstoff besteht, Salpetersäure bilden. Braucht man aber Salpetersäure, und das ist eben sehr vielfach in jetziger Zeit der Fall, so muß man den Moment abwarten, wo in irgend einem chemischen Vorgang gerade der Stickstoff aus einer frühern chemischen Verbindung verdrängt wird, und führt man ihm in diesem Augenblick den Sauerstoff zu, so geschieht die chemische Verbindung des Sauerstoffs und Stickstoffs ohne alle Schwierigkeit.

Dieses Ablauern des Stoffes, um ihn sofort wieder einfangen zu können, geschieht bei der Bereitung des Ammoniak in noch höherem Grade. Der Ammoniak, der aus Wasserstoff und Stickstoff besteht, bildet sich nur dann, wenn man einerseits Wasserstoff und andererseits Stickstoff aus ihren alten Verbindungen treibt und die eben erst freiwerdenden Stoffe ohne Zeitverlust zu einander führt. Man muß hier beiden Stoffen auflauern, um den Moment nicht zu verpassen.

Auch Wasser, das aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht, bildet sich nicht, wenn man beide Gase zu einander bringt; dahingegen entsteht es bei unzähligen chemischen Operationen, wenn beide Gase im Entstehungsmoment, wo sie eben anderweitige Verbindungen verlassen haben, an einander gerathen.

Offenbar liegt ein Geheimniß eigener Art all den Zuständen zu Grunde, unter welchen chemische Verbindungen und Lösungen vor sich gehen, und wir haben Grund, diese chemischen Geheimnisse mit zu den geheimen Kräften der Natur zu zählen.

XIX. Eine Reihenfolge der chemischen Neigungen.

Nachdem wir einige Umstände kennen gelernt haben, die einen großen Einfluß auf die chemische Verbindung ausüben, wird es Jedem klar werden, daß es eine große Schwierigkeit hat, genau zu bestimmen, ob der eine oder der andere Stoff sich leichter mit einem dritten verbindet, und welche zwei dieser Stoffe also eine größere Anziehungskraft auf einander ausüben.

Trotzdem jedoch hat die Naturforschung es so weit gebracht, mit ziemlicher Sicherheit die Größe der chemischen Anziehung zwischen je zwei Urstoffen bestimmen zu können.

Nehmen wir wieder einmal den Sauerstoff als den ersten Stoff an, weil er mit allen anderen Stoffen am leichtesten Verbindungen eingeht und weil er in der Natur eine so große chemische Rolle spielt, so weiß man es jetzt, daß er so gut wie gar keine Neigung hat, sich mit Chlor zu verbinden. Eine stärkere Neigung besitzt der Sauerstoff schon zu Schwefel, mit dem er die bekannte Schwefel-

säure bildet. Noch leichter verbindet er sich mit Phosphor zu Phosphorsäure und wiederum unter Umständen noch leichter mit Stickstoff zu Salpetersäure. Noch leichter ist seine Verbindung mit Kohlenstoff, um Kohlensäure zu bilden. Die Neigung des Sauerstoffs zum Wasserstoff ist wiederum stärker als die der bisher genannten Stoffe. Die Neigung wächst nun immer mehr, je mehr wir uns den Metallen nähern. Seine Verbindung mit Gold und Platin ist stärker als die mit Wasserstoff. Mit Silber verbindet sich Sauerstoff heftiger. Zum Kupfer hat er noch stärkere Neigung, zum Zink ist die Neigung wiederum bedeutender, zum Eisen ist sie schon sehr stark, zum Natrium ist sie außerordentlich stark und am allerstärksten ist die Neigung zwischen Sauerstoff und Kalium.

Wir sind demnach schon im Stande, eine Reihe aufzuführen, in welcher jeder folgende Stoff eine immer bedeutendere Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, und diese Reihe von den genannten Stoffen würde demnach folgendermaßen lauten:

Chlor, Schwefel, Phosphor, Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Gold und Platin, Silber, Kupfer, Zink, Eisen, Natrium, Kalium.

Wir haben freilich nur die bekanntesten chemischen Urstoffe hier aufgeführt, während wir viele weniger bekannte mit Stillschweigen übergangen haben; allein auch bei diesen bekannten Stoffen dürfen wir nicht vergessen, daß die Umstände, unter welchen sie Verbindungen mit dem Sauerstoff eingehen, sehr verschieden sind, und daß demnach die Sicherheit der genannten Reihe noch nicht ganz fest steht.

Aber in dieser Reihe von Stoffen, die wir hier aufgeführt haben, zeigt sich etwas höchst Merkwürdiges, das einen Einblick in das Wesen der Naturgeheimnisse der Chemie gestattet.

Die Reihe sollte ja eigentlich nur für Verbindungen jedes dieser Stoffe mit Sauerstoff gelten, sie gilt aber auch für fast jeden andern dieser Stoffe. Nehmen wir beispielsweise den ersten der genannten Stoffe, das Chlor, so finden wir, daß auch dies sich am liebsten mit Kalium verbindet, welches der letzte Stoff der Reihe ist. Zunächst leicht verbindet sich Chlor mit Natrium, in welcher Verbindung es unser gewöhnliches Kochsalz bildet. Gehen wir in dieser Reihe weiter rückwärts, so kommen wir erst auf Eisen, dann auf Kupfer, Silber, Gold, Wasserstoff und Kohlenstoff. Mit all diesen Stoffen verbindet sich Chlor; aber wenn ihm die Wahl gelassen wird, verbindet es sich immer lieber mit einem Stoff, der in der genannten Reihe weiter von ihm absteht als mit einem, der ihm nahe steht. Also Chor verbindet sich lieber mit Eisen als mit Zink, lieber mit Zink als mit Kupfer, lieber mit Kupfer als mit Silber 2c., so daß es sich mit Kohlenstoff schon sehr schwer verbindet und zu dieser Verbindung, die in der Medizin gebraucht wird, schon das Einwirken des Sonnenlichtes zu Hilfe gerufen werden muß, weil sie ohne dessen Einwirkung nicht zu Stande kommt. — Mit dem neben dem Chlor stehenden Schwefel, Phosphor und Stickstoff kann man keine Verbindung mit dem Chlor zu Wege bringen, so daß wir hier sehen, wie diese Reihe nicht nur für den Sauerstoff, für welchen sie ja ursprünglich aufgestellt worden ist, Bedeutung hat, sondern auch für Chlor.

Das Merkwürdige geht aber noch weiter. Auch der zweite Stoff in der genannten Reihe, auch der Schwefel verbindet sich nicht mit dem ihm nebenstehenden Phosphor, auch nicht mit dem darauf folgenden Stickstoff und Kohlenstoff; wol aber mit dem Wasserstoff, wo er das bekannte übelriechende „Schwefelwasserstoffgas" bildet, das man in faulen Eiern riecht. Mit den folgenden Stoffen aber,

die noch entfernter in der Reihe von ihm abstehen, verbindet er sich nun immer leichter und inniger, je weiter man in der Reihe kommt, so daß die Neigung zur Verbindung der Reihe nach zunimmt, bis endlich wieder Schwefel-Kalium die stärkste Verbindung ist, die man mit Schwefel hervorrufen kann.

Aehnlich verhält es sich mit dem dritten Stoff der angeführten Reihe, dem Phosphor. Er verbindet sich garnicht oder nur äußerst schwer mit Stoffen, die in der Reihe neben ihm stehen, wol aber stärker und immer stärker mit Stoffen, die ihm der Reihe nach entfernt und entfernter aufgeführt sind.

Da die Reihe von uns nur sehr lückenhaft aufgeführt worden ist, so können wir auch hier die weiteren Merkwürdigkeiten derselben nicht näher ausführen. Wir hoffen aber, daß unsere Leser uns Glauben schenken, wenn wir versichern, daß eine weiter ausgeführte Reihe mehr Merkwürdigkeiten derart zeigt, und eine Bedeutung für die Verbindungen aller Stoffe mit einander hat, obgleich wir ja wissen, daß wir die Reihe nur anfangs anlegten, um zu sehen, wie es um die Verbindung der einzelnen Stoffe mit dem Sauerstoff steht.

Diese merkwürdige Eigenthümlichkeit kann unmöglich zufällig sein, und sie ist es auch nicht, sondern man hat Grund zu vermuthen, daß ein allgemeines Naturgesetz hier geheim waltet, das mit dem Geheimniß der chemischen Verbindungskraft in genauem Zusammenhang steht.

Wir werden sehen, daß man diesem Geheimniß schon mit Glück nachgespürt hat!

XX. Wie die größte chemische Neigung gerade zwischen sich unähnlichen Stoffen besteht.

Wenn wir uns die Reihe der chemischen Urstoffe vergegenwärtigen, die wir im vorigen Kapitel angeführt haben, so ergiebt schon der flüchtige Blick, daß immer die neben einanderstehenden Stoffe eine gewisse Aehnlichkeit mit einander haben, während die am weitesten aus einander stehenden sich am unähnlichsten sind.

Theilen wir uns nun die Reihe etwa so, daß wir den Wasserstoff als die Mitte derselben betrachten, so sehen wir auf der einen Seite lauter Metalle, auf der andern Seite fast lauter Stoffe, die am wenigsten Aehnlichkeit mit Metallen haben, wie z. B. Sauerstoff, Chlor, Schwefel, Phosphor u. s. w. Da aber gerade die Stoffe der einen Seite am leichtesten und schnellsten chemische Verbindungen eingehen mit Stoffen der andern Seite, so ergiebt schon der flüchtige Blick, daß die chemische Verbindung etwas ganz Eigenthümliches hat; denn es geht daraus hervor, daß nicht etwa die ähnlichen Stoffe auf einander eine Anziehung ausüben, um sich chemisch zu verbinden, sondern im Gegentheil, es verbinden sich diejenigen Stoffe am leichtesten, die sich am unähnlichsten sind.

Die stärkste und heftigste chemische Verbindung findet zwischen Sauerstoff und Kalium statt. Diese beiden Stoffe haben weder äußerlich in ihrer Erscheinung noch innerlich in ihrer Natur die mindeste Aehnlichkeit. Sauerstoff ist eine Luftart und das reine Kalium ist ein dem Silber ähnliches Metall, und gerade, weil sie sich so unähnlich sind, verbinden sie sich so leicht und schnell mit einander, daß man das Kalium nicht eine Minute an der Luft liegen lassen darf, ohne daß es mit großer Begierde den Sauerstoff anzieht und sich in Verbindung mit diesem ver-

wandelt. Zink hat nicht die mindeste Aehnlichkeit mit Sauerstoff und doch weiß Jeder, daß es sich in der Luft sehr schnell mit einer weißgrauen Schicht überzieht, die eben nichts ist als eine Art Rost, welcher aus einer Verbindung des Zinks mit dem Sauerstoff der Luft entsteht. Wie dasselbe mit dem Eisen der Fall ist, ist gleichfalls bekannt, während z. B. Schwefel oder Kohle nicht ohne Weiteres aus der Luft den Sauerstoff anzieht.

Hieraus schon wird man auf den Schluß geführt, daß in der Chemie wol eine eigenthümliche Kraft thätig ist, welche gerade den am wenigsten sich ähnlichen Stoffen eine Anziehungskraft und Verbindungslust verleiht, um sich mit einander zu begatten und einen neuen verbundenen Stoff zu bilden. Und wirklich ist dieser Schluß ganz richtig, denn eine genauere und tiefer eindringende Forschung bestätigt diesen Schluß vollkommen und es steht als eine Grundregel der chemischen Anziehung fest, daß sie gerade zwischen solchen Stoffen am leichtesten vor sich geht, die ihrer Natur nach ganz entgegengesetzt sind.

Wer sich auch nur ein wenig Einblick in die Chemie verschaffen kann, der erstaunt über die Erscheinung, daß die Natur gerade in das Unähnlichste die stärkste Neigung gelegt hat, sich zu verbinden. Aehnlich wie der Nordpol des einen Magneten gerade den Südpol des andern Magneten, also den ungleichartigen Magnetismus aufsucht und anzieht, so zieht in der Chemie jeder Stoff den ungleichartigsten anderen Stoff an, während er den gleichartigen Stoff gleichgültig und unangezogen läßt. Ganz so wie in der Elektrizität die positive und die negative Elektrizität sich anziehen, eben weil sie ganz entgegengesetzter Natur sind, ebenso geschieht es in der Chemie,

wo die ihrer Natur nach entgegengesetzten Stoffe die stärkste Neigung zur Verbindung besitzen.

Schon dies führt auf den Gedanken, daß wol ein und dieselbe Ursache all' diesen geheimen Kräften der Natur zu Grunde liegen müsse. Unmöglich kann es zufällig sein, daß allenthalben, wo eine Kraft in der Natur wirksam ist, eine Gegenkraft zugleich in Thätigkeit tritt, die mit ihr zusammen den Grund der Erscheinung ausmacht. In den festen Körpern herrscht eine Anziehungskraft zwischen einem Atom und dem andern, die sie zusammenpreßt und zugleich ist eine Abstoßungskraft thätig, die sie doch wiederum von einander fern hält. In dem großen Weltraum besitzen sämmtliche Himmelskörper eine Fliehkraft, die sie in die Unendlichkeit der Fernen treiben würde, und dieser Fliehkraft entgegen wirkt eine Anziehungskraft, die, wenn sie allein herrschte, alle Himmelskörper in einem einzigen Punkt vereinigen müßte. Und gerade diese zwei Kräfte, die entgegengesetzte Resultate in ihren Wirkungen haben würden, bringen den geordneten Lauf der Himmelskörper hervor, den wir anstaunen.

Im Magnetismus und in der Elektrizität ist die Trennung der Kräfte in zwei verschiedene Arten noch deutlicher ausgesprochen. Nordpol und Südpol, positive und negative Elektrizität treten hier auf, und es zeigt sich die auffallende Erscheinung, daß die entgegengesetzten Arten, die scheinbar einander feindlich sein sollten, sich gegenseitig suchen, sich einander anziehen. Finden wir nun in der Chemie ein ähnliches Verhältniß, zeigt sich auch hier, daß die entgegengesetzten Dinge die größere Neigung zu einander haben, so drängt sich unwillkürlich der Schluß auf, daß all' die geheimen Kräfte, die in so verschiedener Weise zur Erscheinung kommen, von einer uns noch unbekannten großen gemeinsamen Naturkraft, die das All' durchdringt,

herstammen müssen, und daß sie alle wol nur verschiedene Erscheinungen der gemeinsamen noch unentdeckten Kraft sein mögen.

Wir werden am Schluß unseres Themas noch einige Betrachtungen über diese gemeinsame Urkraft anstellen; für jetzt jedoch müssen wir zu den bereits entdeckten Gesetzen der Chemie zurück, um diese vorerst kennen zu lernen und um dann zeigen zu können, welch' herrliche Entdeckungen in neuerer Zeit gemacht worden sind, die fast mit schlagender Gewißheit den Beweis führen, daß die Chemie, die für den ersten Blick garnicht die mindeste Aehnlichkeit mit der Elektrizität zu haben scheint, aufs innigste mit der Elektrizität verwandt ist, so daß man mit Recht nunmehr gestehen muß, daß fast ohne chemische Erscheinungen keine Elektrizität, und ohne Elektrizität keine chemische Erscheinung zu Wege gebracht werden kann.

XXI. Von der Natur der chemischen Verbindungen.

Wir haben es schon erwähnt, daß es einige sechzig chemische Urstoffe giebt, und daß sich je zwei und zwei dieser Stoffe chemisch verbinden können. Wenn dies der Fall ist, so nennt man die Verbindung eine einfache. Sauerstoff und Schwefel sind zwei chemische Urstoffe; wenn sie sich verbinden, bilden sie Schwefelsäure, und weil die Schwefelsäure eben nur aus zwei Stoffen besteht, nennt man sie eine einfache Verbindung. Es läßt sich denken, daß es außerordentlich viele einfache Verbindungen geben kann. Es verbindet sich auch Chlor mit den übrigen Stoffen, und ebenso Jod, Brom, Schwefel, Phos-

phor 2c. mit den meisten übrigen Urstoffen, so daß deren Zahl außerordentlich groß ist.

Nennen wir nun Verbindungen dieser Art, wo nur zwei Urstoffe zu einander getreten sind, Verbindungen erster Ordnung, so zeigt es sich, daß auch aus diesen Verbindungen hervorgegangene Dinge meisthin eine besondere Neigung haben, sich wieder mit einander zu verbinden.

Wir haben schon des Rostes öfters erwähnt, daß er gebildet wird von Eisen und Sauerstoff; also Rost ist ebenfalls eine Verbindung erster Ordnung. Bringt man nun zu diesem unter gewissen Umständen etwas Schwefelsäure, so verbinden sich diese beiden Dinge zu einem neuen Dinge, das aus Schwefelsäure und Eisenrost besteht, und wie grünes Salz aussieht, das gewiß Vielen unter dem Namen Eisenvitriol bekannt ist. Solch eine Verbindung ist eine Verbindung zweiter Ordnung.

Da die meisten Dinge, die aus Verbindungen zweiter Ordnung entstehen, die Form und Gestalt des Salzes haben, so nennt man sie Salze. Nun aber verbinden sich oft auch noch zwei solcher Salze mit einander und bilden Doppelsalze, und diese werden Verbindungen dritter Ordnung genannt.

Alle diese Verbindungen aber stehen unter ganz genauen und von der Natur mit großer Pünktlichkeit befolgten Gesetzen.

Man bringe nur einem Chemiker irgend einen chemischen Körper, sei es Körper erster oder zweiter oder dritter Ordnung und er wird sofort im Stande sein, nicht nur zu sagen, was für einfache Urstoffe darin stecken, sondern er wird mit der schärfsten Genauigkeit zugleich angeben können, wie viele Gewichtstheile von jedem einzelnen Urstoff darin enthalten sind. Denn nichts in der Welt ist so pünktlich wie die Natur, und hat man auch

nur einmal ihre Gesetze belauscht, so hat man für alle Zeiten den ewig sichern Faden, um ihr Verfahren zu erkennen. Dies aber ist in der Chemie bereits geschehen und die Gesetze, nach welchen die Natur ihre chemischen Kunststücke betreibt, sind jetzt schon jedem Chemiker geläufig und bekannt.

Das erste dieser Gesetze lautet folgendermaßen:

„Wenn sich zwei Urstoffe mit einander chemisch verbinden, so geschieht dies nur nach genauen Gewichten!"

Wir wissen es schon, daß Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht; aber man bilde sich nicht ein, daß es ein Wasser geben kann, worin etwas mehr Sauerstoff ist als in einem andern, sondern es steht unerschütterlich fest, daß in jeder Art von Wasser, mag man es hernehmen aus dem Meer oder aus einer Quelle, oder aus Eis oder aus Schnee bereiten oder in Thau oder Regen ansammeln, immer und zu aller Zeit in einem Pfund Wasser stets genau so und soviel Loth Sauerstoff und so und so viel Loth Wasserstoff vorhanden sein werden. Kein Chemiker in der Welt und auch die Natur vermag nicht ein Wasser herzustellen, worin ein Atom Sauerstoff oder Wasserstoff mehr ist als in allen Wassern der Welt. Das heißt aber nichts anderes, als daß in jedem Pfund Wasser stets das Gewicht des Sauerstoffs und des Wasserstoffs genau und unumstößlich fest gegeben ist.

Hundert Loth Sauerstoff verbinden sich ganz genau mit zwölf und einem halben Loth Wasserstoff zu 112½ Loth Wasser; will man 100 Pfund Sauerstoff zur Bildung von Wasser verwenden, so muß man 12½ Pfund Wasserstoff dazu bringen und es darf auch nicht das kleinste Theilchen daran fehlen. Nimmt man mehr Sauerstoff oder mehr Wasserstoff, so bleibt er übrig und verbindet sich nicht,

das heißt, er läßt sich auf keinen chemischen Prozeß weiter ein.

Und wie dies mit dem Wasser ist, so ist es mit allen Dingen, die aus zwei Urstoffen bestehen. Die Schwefelsäure z. B. besteht immer aus 100 Gewichtstheilen Schwefel und 150 Gewichtstheilen Sauerstoff, man mag die Schwefelsäure fabriziren, wie und wo man will. Unser gewöhnlicher gebrannter Kalk besteht aus einem Metall, das den Namen Calcium hat, und aus einer Portion Sauerstoff, und zwar sind immer im Kalk 250 Gewichtstheile Calcium und 100 Gewichtstheile Sauerstoff, gleichviel ob man den Kalk aus Marmor oder aus Kalkstein, aus Kreide oder aus Knochen oder Eierschalen brennen will. Es geht ein für allemal nicht anders, es werden immer in 350 Loth Kalk 250 Loth Calcium und 100 Loth Sauerstoff enthalten sein.

Woher aber mag das rühren? Warum vermag man nicht ein chemisches Ding herzustellen, worin man etwas mehr von dem einen Stoff hineinthut als die Chemie vorschreibt?

Offenbar rührt dies von der chemischen Anziehungskraft her, die zwischen je zwei Stoffen herrscht. Diese ist gewissermaßen wie der Appetit, aber ein so geregelter und genau zugemessener Appetit, daß er nur eine bestimmte, genau gewogene Portion aufnimmt und nicht ein Krümelchen mehr.

Wir werden im nächsten Abschnitt zeigen, wie sonderbar einerseits und wie wunderbar andererseits dieser Appetit sich herausstellt.

XXII. Die Gewichts-Verhältnisse der chemischen Verbindungen.

Der Grund, weshalb ein gewisses Gewicht eines Urstoffes nur ein ganz genau bestimmtes Gewicht eines andern Stoffes anzuziehen vermag und sich nicht ein Bischen abdingen oder ein Bischen mehr aufdringen läßt, ist ein tiefer und sehr bedeutsamer. Gerade die Erscheinung dieses Grundes hat die geistesschärfsten Denker dahin geführt, einen Blick in das Wesen aller körperlichen Dinge zu thun und den Beweis zu führen, daß Alles, was wir in der Welt sehen, Alles, was wir in, um und an uns haben, zusammengesetzt ist aus einzelnen kleinen Atomen, die so klein sind, daß wir ein einzelnes davon nicht sehen können, selbst mit den schärfsten Vergrößerungsgläsern nicht, und daß aus der Zusammenstellung dieser Atome sämmtliche Dinge der Welt erst entstanden sind.

Wir werden über diese wichtige Lehre noch weiterhin ein Näheres sprechen; für jetzt haben wir ein höchst merkwürdiges chemisches Gesetz unseren Lesern vorzuführen, dessen Erforschung ebenfalls für die Wissenschaft von der wichtigsten Bedeutung geworden ist.

Wir wissen, daß ein jeder chemische Urstoff einen gewissen Appetit hat, sich mit einem andern chemischen Urstoffe zu verbinden, daß aber der Appetit des Stoffes durchaus mit einer ganz genau bestimmten Portion des zweiten Stoffes gesättigt werden muß, von der er sich nichts abhandeln und zu der er sich nichts zulegen läßt. Es findet nun aber ein ganz wunderbares Verhältniß in diesem Appetit sowol wie in den Portionen statt. Um dies einleuchtend zu machen, müssen wir einmal diesen Appetit und die Portionen bei einigen Stoffen etwas näher kennen lernen.

Wir wollen nun wieder mit dem Sauerstoff anfangen und uns denken, wir haben 100 Loth Sauerstoff vor uns und dazu eine ganze Masse von einzelnen Urstoffen, die wir beliebig mit dieser Portion Sauerstoff chemisch verbinden können. Es fragt sich nun z. B.: wie viel Wasserstoff werden die 100 Loth Sauerstoff aufnehmen? Die Antwort hierauf lehrt die Erfahrung; und die genaueste Prüfung ergiebt, daß netto 12½ Loth Wasserstoff den Appetit von 100 Loth Sauerstoff stillen, so daß nun aus beiden Stoffen 112½ Loth Wasser entstehen.

Da wir nun wissen, wie groß der Appetit von 100 Loth Sauerstoff ist, wenn wir ihn mit Wasserstoff speisen, so wollen wir einmal sehen, ob sein Appetit zum Stickstoff größer oder kleiner ist. Macht man nun den Versuch und bringt die einfachste Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff zu Stande, woraus eine Art salpetersaures Gas entsteht, so findet man, daß er von Stickstoff eine ganz gewaltige Portion zu sich nehmen kann, denn die 100 Loth Sauerstoff nehmen 175 Loth Stickstoff auf.

Da nun dieselben 100 Loth Sauerstoff schon satt wurden durch 12½ Loth Wasserstoff, dagegen 175 Loth Stickstoff brauchen, um gesättigt zu werden, so muß man schon annehmen, daß 12½ Loth Wasserstoff gerade so viel Sättigungsstoff in sich haben als 175 Loth Stickstoff, daß man also beliebig statt des einen den andern wählen kann.

So weit wäre die Sache nun nicht wunderbar, denn wir haben viele Dinge in der Welt, wo ein wenig von dem einen Stoff so viel zu bedeuten hat, als sehr viel vom andern Stoff. Aber das Wunderbare kommt erst, wenn man probirt wie sich denn Wasserstoff mit Stickstoff verbindet.

Versucht man es Wasserstoff mit Stickstoff in chemische

Verbindung zu bringen, so zeigt es sich, daß gerade die 12½ Loth Wasserstoff, die wir schon kennen, netto die 175 Loth Stickstoff aufnehmen, um eine Verbindung einzugehen. Also die 12½ Loth Wasserstoff sind nicht für den Appetit des Sauerstoffs so gut wie 175 Loth Stickstoff, sondern die 12½ Loth Wasserstoff haben netto auch solch großen Appetit wie die 100 Loth Sauerstoff, denn sie verstehen gleich diesen das Kunststück sich nur durch 175 Loth Stickstoff sättigen zu lassen.

Hieraus aber ergiebt sich ein ganz eigenthümlicher wunderbarer Einblick in das geheime Wesen der chemischen Verbindungen.

Wir haben uns gewundert, daß 100 Loth Sauerstoff schon satt werden durch 12½ Loth Wasserstoff, während sie 175 Loth Stickstoff zur Sättigung brauchen; jetzt aber sehen wir die erstaunliche Thatsache, daß die bescheidene Portion von 12½ Loth Wasserstoff auch einen sehr gesegneten Appetit hat nach Stickstoff und ebenfalls erst satt wird, wenn sie 175 Loth davon verzehrt hat. Wir finden also, daß der Appetit von 12½ Loth Wasserstoff netto so groß ist, wie der von 100 Loth Sauerstoff und kommen nun endlich dahinter, daß gerade darum 12½ Loth Wasserstoff mit 100 Loth Sauerstoff sich verbinden, weil ihr chemischer Appetit gleich groß ist.

Der chemische Appetit ist aber nichts anderes als die chemische Anziehungskraft, und wir kommen so hinter ein Geheimniß, das uns folgendes lehrt:

Da 100 Loth Sauerstoff sich nur mit 12½ Loth Wasserstoff verbinden, so müssen wir schließen, daß die chemische Anziehungskraft der 100 Loth Sauerstoff gerade so groß ist, wie die der 12½ Loth Wasserstoff.

Das Eigenthümliche und Wunderbare, das wir hier von den drei Stoffen Sauerstoff, Wasserstoff und Stick-

stoff angeführt haben, findet aber bei allen übrigen sechzig Stoffen statt, und hieraus ergiebt sich ein so richtiges Naturgesetz der chemischen Verbindungen, daß man wol sagen darf, daß dessen Erkenntniß erst die Chemie zu begründen vermochte.

XXIII. **Wie die chemischen Stoffe stets nur in bestimmten Gewichtstheilen ihre Verbindungen eingehen.**

Da es, wie wir gesehen haben, ein so eigenthümliches Ding ist mit dem Appetit der chemischen Urstoffe, so wollen wir einmal eine Reihe derselben hier aufsuchen und durch Zahlen genauer angeben, wie viel von jedem Urstoff man nehmen muß, um dessen Appetit gleich zu machen mit dem von 100 Loth Sauerstoff; oder richtiger wie viel von jedem Urstoff eine gleiche chemische Anziehungskraft äußert als die 100 Loth Sauerstoff.

Wir wissen bereits, daß 12½ Loth Wasserstoff so stark in ihrem Appetit sind als 100 Loth Sauerstoff, und darum verbinden sich auch 100 Loth Sauerstoff genau mit 12½ Loth Wasserstoff, um Wasser zu bilden. Der Stickstoff dagegen ist von schwachem Appetit, denn man muß schon 175 Loth Stickstoff nehmen, um seine chemische Anziehungskraft gleich groß zu machen der von 12½ Loth Wasserstoff oder 100 Loth Sauerstoff. — Will man Kohlenstoff nehmen, so ergiebt der Versuch, daß 75 Loth desselben sich mit 100 Loth Sauerstoff verbinden und diese beisammen bilden das so gefährliche Kohlenoxyd oder den Kohlendampf, an dem so viele Menschen ersticken, wenn sie unvorsichtigerweise die Ofenklappe zu früh schließen. Also 75 Loth Kohlenstoff oder reine Kohle hat so viel

chemische Anziehungskraft wie 100 Loth Sauerstoff oder $12^1/_2$ Loth Wasserstoff oder 175 Loth Stickstoff.

Macht man denselben Versuch mit Schwefel, so ergiebt sich, daß er einen halbmal so schwachen Appetit hat als Sauerstoff, denn von Schwefel muß man schon an 200 Loth dazu nehmen. Phosphor ist nahe viermal so schwach an Appetit, denn man muß schon 400 Loth nehmen, um seine Anziehung der von 100 Loth Sauerstoff gleich zu machen. Von Chlor muß man gar 440 Loth dazu thun, um durch ihn eine eben so starke Anziehung zu haben. Für Natrium braucht man wieder nur 290 Loth hierzu. Hieraus aber folgt, daß 290 Loth Natrium so stark in der Anziehung sind als 440 Loth Chlor, denn jeder dieser Stoffe ist in solcher angegebenen Menge ja so stark in seiner Anziehung als 100 Loth Sauerstoff. Da nun Chlor und Natrium wirklich in der Natur eine sehr gewöhnliche Verbindung eingehen und als solche unser gewöhnliches Kochsalz bilden, so weiß man mit vollster Sicherheit, daß man zu 440 Loth Chlor netto 290 Loth Natrium nehmen muß, um aus beiden 730 Loth Kochsalz zu bilden.

Daher rührt es auch, daß wenn man einem Chemiker eine Hand voll Kochsalz bringt, er dies nur genau zu wiegen braucht, um gleich sagen zu können, wie viel Chlor und wieviel Natrium darin steckt. —

Wir wollen nun noch einige andere bekannte Urstoffe hier aufführen und neben dieselben die Zahlen stellen, welche andeuten, wie viele Loth von jedem Stoffe nöthig sind, um seine chemische Anziehung so stark zu machen, wie die von 100 Loth Sauerstoff.

Die Versuche haben gelehrt, daß man von Eisen 352 Loth nehmen muß, von Zink 407 Loth, von Zinn 735 Loth, von Blei 1295 Loth, von Kupfer 396 Loth, von Queck-

silber 1250 Loth, von Silber 1350 Loth und von Gold gar 2458 Loth.

Das Wichtige und Merkwürdige in diesen Zahlen ist nun, daß sie ursprünglich eigentlich doch nur in einer Beziehung zum Sauerstoff zu stehen scheinen, aber daß sie zugleich auch für alle übrigen Verbindungen der Stoffe unter einander gelten. Gesetzt, es wollte Jemand Zinnober machen, die bekannte vorzügliche rothe Farbe, die von den Malern so sehr geschätzt wird, und welche eine chemische Verbindung von Schwefel und Quecksilber ist, so fragt es sich, wie viel Schwefel und wie viel Quecksilber muß man dazu haben. Hierüber geben unsere Zahlen genauen Aufschluß. Zweihundert Theile Schwefel sind, wie oben gezeigt, so stark in der Anziehung wie hundert Theile Sauerstoff, und 1250 Theile Quecksilber sind auch in ihrer Anziehung so stark wie 100 Theile Sauerstoff, folglich müssen sich 200 Gewichtstheile Schwefel mit 1250 Gewichtstheilen Quecksilber verbinden und zusammen Zinnober bilden.

So aber geht es mit allen genannten und ebenso mit den übrigen Urstoffen, die wir hier nicht aufgeführt haben. Die Gewichtstheile, in welchen sie sich mit irgend einem Stoffe verbinden, passen auch zu allen anderen Stoffen. Es ergiebt sich also hieraus, daß alle chemischen Urstoffe in einem gewissen Verhältniß zu einander stehen, so daß man, um eine gewisse chemische Wirkung hervorzubringen, den einen statt des andern nehmen kann, wenn man nur das richtige oben angegebene Gewicht dazu verwendet.

Das aber kann unmöglich zufällig sein, sondern deutet auf ein ganz bestimmtes Naturgesetz hin, das in der Chemie waltet. Gewiß muß es seinen Grund haben, warum man 1250 Loth Quecksilber braucht, um eine so

starke Anziehung hervorzubringen, wie sie 100 Loth Sauerstoff ausüben. Zweihundert Loth Schwefel, haben wir gesehen, sind so stark in ihrer Anziehung wie 100 Loth Sauerstoff; kann es wol Zufall sein, daß man gerade 200 Loth Schwefel braucht, um 1250 Loth Quecksilber chemisch zu binden? Muß nicht hier eine Kraft schlummern, die den chemischen Vorgängen zu Grunde liegt, und die es macht, daß sämmtliche chemische Verbindungen nur dann vollständig geschehen, wenn man gerade so viel von zwei Stoffen zu einander bringt, daß ihre chemische Anziehungskraft ganz gleich ist?

So ganz und gar ist man freilich hinter das Geheimniß der Chemie noch nicht gekommen; aber man ist ganz sicher auf dem Wege dahin, und um unsere Leser dahin zu führen, wo der jetzige Standpunkt der Forschung sich befindet, wollen wir noch einige Schritte auf dem Gebiete thun, die nicht nur interessant, sondern im höchsten Maße belehrend sind.

XXIV. Was chemischer Appetit und was chemische Energie ist.

Obgleich wir eben gezeigt haben, daß in allen chemischen Verbindungen der Appetit der Stoffe, die sich chemisch vereinigt haben, gleich groß ist, so lehrt dennoch die Erfahrung, daß sehr oft ein Stoff einen andern aus seiner bereits eingegangenen Verbindung verdrängt.

Nehmen wir zum Beispiel eine Verbindung von 100 Loth Sauerstoff mit 12½ Loth Wasserstoff, so wissen wir, daß dies netto 112½ Loth Wasser giebt, und wir müssen nach dem früher Gesagten annehmen, daß die 12½ Loth Wasserstoff in ihrer chemischen Anziehungskraft eben so

groß sind wie die der hundert Loth Sauerstoff. Nun aber wissen wir durch Versuche, daß 489 Loth eines Metalls, das Kalium heißt, sich auch mit 100 Loth Sauerstoff verbinden, und also dem Appetit von 12½ Loth Wasserstoff ganz gleich kommen. Wenn dem aber so ist, woher kommt es, daß das Kalium in Wasser geworfen das Wasser zersetzt, den Wasserstoff vertreibt und sich mit dem Sauerstoff verbindet?

Man werfe nur einmal ein Stückchen Kalium-Metall in einen Teller Wasser, und man wird ein herrliches Schauspiel vor sich sehen. Das Metall sprudelt auf dem Wasser umher, wird im Wasser glühend; aus dem Wasser steigt ein Gas auf, das bald zu brennen anfängt, bis endlich das Kalium ganz und gar schwindet, das Wasser am Gewicht ein wenig zugenommen hat und der ganze Vorgang zu Ende ist. Nun weiß man, daß diese sonderbaren Erscheinungen daher rühren, daß das Kalium größere Neigung hat, sich mit dem Sauerstoff des Wassers zu verbinden, als das bisher mit dem Sauerstoff verbundene Wasserstoffgas. Das Kalium zieht nun den Sauerstoff an und verbindet sich mit diesem so heftig, daß das Kalium dabei in Glut geräth. Gleichzeitig muß der Wasserstoff, der früher mit dem Sauerstoff verbunden war, entweichen, und da Wasserstoff ein brennbares Gas ist, so zündet er sich an dem glühend gewordenen Kalium an und brennt, während das mit Sauerstoff verbundene Kalium eine Art Salz wird, das sich im übrigen Wasser auflöst. — Wir sehen demnach, daß das Kalium durchaus stärker sein muß in seiner chemischen Kraft als das Wasserstoffgas, und doch haben wir behauptet, daß sie eigentlich gleichen Appetits sind? Die Antwort auf diese Frage ist folgende.

Es ist richtig, daß der Appetit von 12½ Loth Was-

serstoff gerade so groß ist wie der Appetit von 489 Loth Kalium, denn beide verbinden sich mit 100 Loth Sauerstoff; aber die Begierde derselben ist nicht gleich. — Man kann sich beispielsweise denken, daß zwei Menschen nur eine Portion Speise vor sich haben, von welcher jeder derselben sich sättigen könnte. Der eine jedoch sei von der heftigsten Eßgier befallen, während der andere nur mäßig und gemächlich genießen möchte, und daß der Erstere nicht nur die Portion dem andern vor der Nase aufißt, sondern ihm auch noch das aus der Hand reißt, was jener sich schon angeeignet hat. Wenn dies Beispiel auch nicht ganz zutrifft, so macht es doch wenigstens deutlich, wie man den Appetit, der nur anzeigt, wie viel man zu verzehren im Stande ist, nicht mit der Begierde verwechseln darf, die die Heftigkeit und Schnelligkeit anzeigt, mit welcher man die Portion verzehrt. — In diesem Sinne können wir sagen, daß der Appetit von 489 Loth Kalium freilich nur so groß ist wie der von 12½ Loth Wasserstoff; allein die Begierde des Kalium seinen Appetit zu stillen ist so ungeheuer groß, daß es im Stande ist dem Wasserstoff die Portion gewissermaßen aus dem Magen zu reißen und zu verzehren.

Wollen wir das, was wir eben durch eine bildliche Sprache deutlich zu machen suchten, in strengerem wissenschaftlichem Ausdruck wiedergeben, so müssen wir Folgendes sagen:

Je zwei chemische Urstoffe sind im Stande, sich in einem bestimmten Verhältniß chemisch zu verbinden, und wenn sie dies thun, so geschieht es immer in solchen Gewichtsmengen, daß ihre Anziehung auf einander gleich groß ist. Allein wenn auch die Anziehung gleich ist, so ist doch die Energie, mit welcher sie sich verbinden, nicht gleich groß bei jeden beliebigen zwei Stoffen, und daher ist auch

nicht immer jede Verbindung zweier Stoffe gleich stark, gleich haltbar und unerschütterlich.

Woher aber rührt diese Verschiedenheit? Warum können 12½ Loth Wasserstoff so viel Sauerstoff chemisch binden als 489 Loth Kalium, trotzdem das Kalium so stark ist, den Wasserstoff aus dem gebildeten Wasser hinauszuwerfen?

Offenbar steckt hier wieder ein Naturgeheimniß dahinter, das man zu erforschen hat; ein Naturgeheimniß, das bewirkt, daß einerseits ein kleiner Theil eines Stoffes so viel vom andern Stoff aufnehmen kann, als ein dritter Stoff nur in einer größeren Summe von Gewichtsmenge es vermag, und andererseits bewirkt, daß dieser dritte Stoff dennoch energisch genug ist, den ersteren Stoff aus seiner bereits eingegangenen Verbindung zu treiben.

Auch diesem Naturgeheimniß ist die Wissenschaft jetzt schon auf die Spur gekommen, und wir wollen dasselbe auch unsern Lesern vorführen; wir bedürfen aber hierzu einiger Vorbereitungen, die wir nunmehr so kurz wie es uns möglich entwickeln wollen.

XXV. Die Verbindung eines chemischen Stoffes mit doppelten und mehrfachen Portionen.

In unserer bisherigen Betrachtung der Gesetze der chemischen Verbindungen haben wir die Behauptung aufgestellt, daß zwei Stoffe sich nur dann vollständig mit einander verbinden, wenn man von beiden das richtige bestimmte Gewicht dazu nimmt. Wir haben indessen zu diesem ganz richtigen Grundsatze noch einen zweiten hinzuzufügen, der scheinbar wie ein Widerspruch klingt; wir

werden aber bei aufmerksamerer Betrachtung bald sehen, daß dies nicht der Fall ist.

Wir wissen, daß wenn man Schwefel mit Sauerstoff zu einer chemischen Verbindung bringen will, man 200 Gewichtstheile Schwefel und hundert Gewichtstheile Sauerstoff dazu verwenden muß. Man sollte nun glauben, daß es gar nicht möglich sei, aus Schwefel und Sauerstoff etwas anderes chemisch zu Stande zu bringen als eben das, was aus den angegebenen Gewichtsmengen wird. Allein die Erfahrung lehrt, daß dem nicht so ist.

Schon in älterer Zeit verstand man aus Schwefel und Sauerstoff vier verschiedene Dinge zu fabriziren; jetzt ist es sogar gelungen, sieben verschiedene chemische Verbindungen aus diesen beiden Stoffen herzustellen, und zwar entstehen diese sieben verschiedenen Verbindungen dadurch, daß man die Gewichtsmenge des Schwefels und Sauerstoffs verschieden anwendet. Für den ersten Augenblick scheint dies nun freilich im Widerspruch zu stehen mit dem bisher ausgesprochenen Grundsatz, daß in jeder chemischen Verbindung zweier Stoffe stets ein festes unverrückbares Gewichtsverhältniß der Stoffe angewandt werden müsse; allein, wenn man sich die Sache genauer ansieht, so bemerkt man, wie man Ursache hat, in jenem Grundsatz sich nur noch mehr bestärkt zu fühlen; ja man gelangt bei einigem Nachdenken erst recht hinter ein großes Naturgeheimniß der Chemie.

Wir wollen einmal die Gewichte angeben, welche man anwenden muß, um jede der hauptsächlichsten vier Verbindungen von Schwefel und Sauerstoff herzustellen; wir werden sogleich sehen, daß es mit den Gewichtsmengen doch nicht so willkürlich geht, sondern daß sie in einem ganz bestimmten Verhältniß bleiben müssen.

Man kann 200 Loth Schwefel und 100 Loth Sauer-

stoff verbinden und daraus entsteht ein Ding, das man zwar allein noch nicht hat darstellen können; aber man kennt es doch, weil man ihm nachzuspüren vermochte, wo es sich mit andern chemischen Körpern verbunden hat. Dies Ding, von dem man vermuthet, daß es ein Gas ist, heißt „unterschweflige Säure". Man kann ferner 200 Loth Schwefel mit 200 Loth Sauerstoff verbinden, und daraus entsteht „schweflige Säure", das bekannte stechend riechende Gas, das schon jedem in die Nase gestiegen ist, der diese über die blau brennende Flamme eines noch nicht ganz angebrannten Schwefelhölzchens gehalten hat. — Sodann kann man mit einiger Schwierigkeit eine Verbindung von 400 Gewichtstheilen Schwefel und 500 Gewichtstheilen Sauerstoff herstellen, die man „Unterschwefelsäure" nennt. Endlich stellt man „Schwefelsäure" dar und die besteht aus 200 Gewichtstheilen Schwefel und 300 Gewichtstheilen Sauerstoff. —

Betrachtet man diese Zahlen näher, so sieht man zwar, daß Sauerstoff und Schwefel nicht so strenge an dem Gesetz festhalten, sich nur in einem einzigen bestimmten Gewichtsverhältniß zu verbinden. Man hat sogar, wie gesagt, sieben verschiedene Verhältnisse herausgefunden, in welchen diese zwei Stoffe Verbindungen eingehen; allein wenn man hieraus schließen wollte, daß überhaupt in der Chemie jenes strenge Verbindungsgesetz nicht feststehe, so würde man sehr irren. Im Gegentheil aus den Zahlen geht gerade hervor, daß die Gewichtsverhältnisse bei mehrfachen Verbindungen sehr strenge inne gehalten werden. Wir sehen, daß 200 Gewichtstheile Schwefel sich nicht willkürlich mit einer beliebigen Gewichtsmenge von Sauerstoff verbinden, sondern es müssen gerade 100 oder 200 oder 300 oder auf 400 Gewichtstheile Schwefel 500 Gewichtstheile Sauerstoff sein, die eine chemische Verbindung

eingehen. Mit einem Worte, man sieht den Sauerstoff zwar verschiedene Stufen der Verbindungen herstellen, aber jede Stufe rückt immer um ein volles Hundert. — Dies auffallende Verhältniß muß sicherlich zu dem Schluß führen, daß es bei einer chemischen Verbindung wol möglich ist, einen Stoff doppelt, dreifach und vierfach mit einem andern zusammenzubringen; aber nicht in sonst beliebiger Menge.

Da sich diese verschiedenen Stufen der Verbindungen bei den chemischen Dingen, die aus Stickstoff und Sauerstoff entstehen, noch auffallender herausstellen, so wollen wir einmal auch diese hier vorführen.

Vom Stickstoff wissen wir, daß 175 Loth desselben sich mit 100 Loth Sauerstoff verbinden. Wir wollen der Einfachheit halber 175 Gewichtstheile Stickstoff Eine Portion Stickstoff nennen, und ebenso 100 Gewichtstheile Sauerstoff mit Einer Portion Sauerstoff bezeichnen. Nun giebt es fünf verschiedene Stufen der Verbindungen des Stickstoffs mit dem Sauerstoff; aber auch bei diesen zeigt sich, daß nur dann eine neue Verbindung zu Wege gebracht wird, wenn man gerade doppelt, dreifach, vierfach oder fünffach vom Sauerstoff dazu nimmt; nicht aber, wenn man die Sauerstoffmenge in beliebigem Verhältniß dazu verwenden will.

Es lehrt die Erfahrung, daß eine Portion Stickstoff und eine Portion Sauerstoff das Stickstoff-Oxydul giebt. Eine Portion Stickstoff und zwei Portionen Sauerstoff geben das Stickstoff-Oxyd. Eine Portion Stickstoff und drei Portionen Sauerstoff geben die salpetrige Säure. Eine Portion Stickstoff und vier Portionen Sauerstoff geben die Unter-Salpetersäure, und eine Portion Stickstoff und fünf Portionen Sauerstoff geben die Salpetersäure. — Hier also sehen wir, daß man zu 175 Gewichtstheilen

Stickstoff immer nur ein volles Hundert Gewichtstheile Sauerstoff anwenden kann; nimmt man nicht das volle Hundert oder richtiger die volle richtige Portion, so wird nichts Chemisches daraus.

Dies aber muß seinen tiefen Grund haben, und diesen wollen wir nun kennen lernen, denn der ist ein Grundpfeiler der jetzigen Lehren über die Natur und ihre Geheimnisse.

XXVI. Was man in der Chemie von den Atomen erfahren kann.

Das Nachdenken der scharfsinnigsten Naturforscher über all die erwähnten Räthsel, die sich im Bereich der chemischen Verbindungen aufdrängen. hat dahin geführt, daß man jetzt im Stande ist, sich ein deutliches Bild zu machen von dem, was in der geheimen Werkstatt der Natur vorgeht und daß man so gewissermaßen Dinge zu sehen vermag, für welche uns die Natur selber den Sinn versagt zu haben scheint.

Die Auflösung vieler Fragen, die sich bei den chemischen Vorgängen herausstellen, ist eigentlich sehr einfach, ja fast zu einfach für den klügelnden Geist vieler Philosophen, die meisthin ein Vergnügen darin finden, sich jeden Naturvorgang so verwickelt wie möglich zu denken oder — wo ihr Denken aufhört, auszumalen.

Es liegt ein richtiger Sinn im Volke, das unter dem Namen „natürlich" sich immer etwas Einfaches vorstellt, denn in der That ist nichts in der Welt natürlicher als die Natur, und die Natur ist meisthin sehr einfach in dem, was sie schafft, wenn es auch uns höchst geheimnißvoll und daher sehr verwickelt erscheint.

Sehen wir uns einmal den chemischen Vorgang an, wie ihn sich die scharfsinnigen Naturforscher vorstellen, um dadurch die Räthsel der Chemie zu lösen; wir werden sehen, daß diese Vorstellung höchst einfach ist und darum schon die natürliche genannt zu werden verdient.

Nach den Lehren der neueren Naturforschung besteht jedes Ding in der Welt aus einer Sammlung einzelner Atome. Ein Stückchen Schwefel, ein wenig Gold, Eisen, Kupfer, Phosphor, mit einem Worte jeder chemische Urstoff, den wir sehen, ist nichts anderes als eine Anhäufung außerordentlich kleiner Theile dieses Stoffes. Ein einziges Atom Schwefel oder sonst eines Stoffes ist für unser Auge wegen seiner Kleinheit nicht sichtbar; selbst wenn man die schärfsten Mikroskope anwendet, kann man immer noch nicht ein so kleines Ding sehen, wie ein Atom ist. Jedes Stück oder jeder Theil eines Stoffes, der schon gesehen werden kann, ist ohne Zweifel bereits eine ganze große Sammlung solcher einzelnen Atome. Wir sehen also an einem solchen Dinge nur die Sammlung, nicht den einzelnen Theil, aus dem es besteht. Es geht uns hierbei, wie es unsern Vorfahren erging, die die rothe Farbe des Blutes oder die grüne Farbe der Blätter als etwas, das dem Blute und dem Blatte selber eigen sei, ansahen, während wir durch die verbesserten Mikroskope belehrt wissen, daß die Röthe des Blutes nicht der Flüssigkeit angehört, sondern nur herrührt von den Blutkörperchen, die darin herumschwimmen, und die grüne Farbe der Pflanzen nicht an der Pflanze selber, sondern an einzelnen Tröpfchen haftet, welche in dem Gewebe der Pflanzen weit getrennt von einander wie Inseln daliegen und erst durch die Einwirkung des Sonnenlichtes gebildet werden. — Nur weil unser Auge nicht feinsichtig genug ist, erscheint uns das mit Blutkörperchen oder mit Blutkügelchen versehene Blut

als eine durchweg rothe Flüssigkeit und die Pflanzenwelt als eine durchweg grüne Masse; in Wahrheit aber kann man jetzt Jeden durch ein Mikroskop überzeugen, daß das, was er mit bloßem Auge als eine einzige ungetheilte rothe Masse ansieht, nur aus einer Sammlung sehr weit von einander getrennter rother Körperchen besteht und was er als ungetheiltes einziges grünes Blatt betrachtet, nichts ist als eine Sammlung kleiner grüner Tröpfchen, welche sehr weit getrennt von einander in gesonderten Maschen des Blattgewebes sich befinden.

Es geht uns, wie gesagt, jetzt eben so, wie es unsern Voreltern ging, die das Mikroskop noch nicht kannten. Für unser Auge ist ein Stückchen Schwefel ein ungetheilter zusammengehöriger Körper, ist ein Stückchen Gold, Silber, Blei oder sonst irgend ein Stoff ein ungetheiltes Ding, das ganz und gar zusammenzuhängen scheint; und in der That ist es noch nicht gelungen mit Mikroskopen nachzuweisen, daß dem nicht so ist. Allein durch die Chemie gerade ist man dahinter gekommen und hat es durch die schlagendsten Thatsachen bestätigt gefunden, daß alles in der Welt, das uns wie ungetheilt und zusammenhängend als eine einzige Masse erscheint, doch nichts als eine Sammlung von einzelnen unendlich kleinen Atomen ist, die sich in festen Körpern nicht verschieben lassen, weil sie sich gegenseitig mit einer gewissen Kraft anziehen.

Es ist wichtig, daß man sich hiervon eine möglichst klare Vorstellung mache, da man sonst gar leicht irre wird, und deshalb ist es gut, sich Folgendes zu merken. Nach der angegebenen Lehre der Naturforscher, daß alles in der Welt aus Atomen besteht, hat man sich zu denken, daß z. B. ein Stück Eisen oder Gold oder sonst ein harter Körper derart entsteht, daß sich in der Nähe eines Atomes ein zweites befindet, ohne das erste zu berühren; hierzu

kommt noch ein drittes, viertes Atom immer sehr nahe dem andern, ohne daß sie sich gegenseitig berühren, und wenn eine große, sehr große Anzahl solcher Atome sich irgendwo und wie angesammelt hat, erst dann werden sie unserm Auge sichtbar und zwar als eine ungetheilte zusammenhängende Masse. In Wahrheit also besteht ein jeder Körper aus vereinzelten Atomen und leeren Zwischenräumen, die jedes Atom umgeben; und es ist sehr leicht möglich, ja sogar oft wahrscheinlich, daß die Zwischenräume zwischen einem Atom und dem andern größer sind als jedes einzelne Atom.

Wem dies sonderbar oder gar unmöglich vorkommt, der lasse sich nur einmal von einem Naturforscher ein grünes Blatt unter dem Mikroskop zeigen und er wird sehen, daß das, was er mit bloßem Auge als eine einzige grüne Masse ansieht, nur eine Sammlung von einzelnen grünen Tröpfchen ist, die soweit von einander liegen, daß zwischen einem und dem andern oft noch ein halbes Dutzend Tröpfchen Platz hat! —

Die Lehre von den Atomen mag für den ersten Augenblick sonderbar klingen; aber daß sie wahr ist, das beweist erst, wie wir zeigen werden, die Chemie mit ihren Verbindungsgesetzen.

XXVII. Verschiedener Zustand der Atome in verschiedenen Dingen.

Wenn man sich eine richtige Vorstellung von dem Zustand der Atome in festen oder flüssigen oder luftförmigen Massen machen will, so muß man sich denken, daß es immer außerordentlich kleine Atome sind, welche diese

Masse bilden. Sind die Atome so an einander gelagert, daß sie einander stark anziehen, so lassen sie sich nicht leicht verschieben und trennen, und wir nennen solche Massen feste Massen. Ist die Anziehungskraft in den Atomen so schwach, daß sie sich zwar nicht trennen, aber doch durch leichte Erschütterung verschoben werden können, so nennen wir die Massen, die sie bilden, Flüssigkeiten. Ist aber die Anziehungskraft der Atome ganz und gar nicht vorhanden, sondern herrscht in ihnen die Abstoßungskraft vor, so nennt man die von ihnen gebildeten Massen gasförmige Massen.

Blicken wir nun auf das hin, was bei einer chemischen Verbindung vor sich geht, so kann man sich alles am leichtesten erklären, wenn man sich lebhaft vorstellt, daß selbst in den festesten Massen, z. B. in Eisen, die Atome noch sehr weit von einander getrennt liegen, so daß immer weite Zwischenräume zwischen einem Atom und dem andern vorhanden sind. Bringt man nun zu dem Eisen unter günstigen Umständen etwas Sauerstoff, so findet die bereits besprochene chemische Anziehung zwischen jedem einzelnen Eisen-Atom und jedem einzelnen Sauerstoff-Atom statt, und es lagert sich vorerst stets ein Atom Sauerstoff neben einem Atom Eisen hin; und das ist die chemische Verbindung des Eisens mit dem Sauerstoff.

Ist das aber der Fall, so hört das Eisen auf Eisen zu sein, es wird vielmehr eine Art Sauerstoff-Eisen, das ganz andere Eigenschaften hat als vorher, und auch in jeder Beziehung anders wirkt als vorher, und wir sagen mit Recht, es sei aus beiden Stoffen ein ganz neues Ding geworden, obgleich wir sehr wohl wissen, daß man durch gewisse Vorrichtungen den Sauerstoff aus der Verbindung treiben und das Eisen wieder ohne den dazwischen gelagerten Sauerstoff herausbekommen kann.

Bleiben wir einmal bei dem bereits öfter angeführten Beispiel stehen, daß man solches Sauerstoff-Eisen, das man im gewöhnlichen Leben Eisenerz nennt, durch Zusammenglühen mit Kohle wieder in Eisen verwandelt, so kann man sich den Vorgang derart denken, daß während des Glühens die Eisen-Atome sich von dem Sauerstoff durch die ausdehnende Kraft der Wärme etwas trennen. Es schwächt sich hierdurch aber zugleich die Anziehungskraft jedes Eisen-Atoms auf das Sauerstoff-Atom. Nun aber hat die Kohle gerade beim Glühen eine erhöhte Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden. Jedes Atom Kohle also zieht nun Sauerstoff-Atome an, und es lagert sich so eine Sammlung von Kohle und Sauerstoff an einander, daß sie Kohlensäure bilden und das Eisen rein zurückbleibt.

Nehmen wir nun als ein anderes Beispiel die Bildung von Zinnober in Betracht, so ist hier der Vorgang ebenfalls derselbe. Man erhitzt einerseits eine Portion Schwefel und andererseits eine Portion Quecksilber in geeigneten Apparaten. Durch die Erhitzung verliert der harte Schwefel derart seinen Zusammenhang, daß er flüssig wird, das heißt seine Atome werden verschiebbar; durch weitere Erhitzung verwandelt sich sogar der Schwefel in Dampf, das heißt, die Schwefel-Atome treten noch weiter aus einander. Diesen Dampf, aus sehr weit getrennten Schwefel-Atomen bestehend, leitet man nun in einen Raum, in welchen von der andern Seite Dämpfe von erhitztem Quecksilber einströmen. Diese Quecksilberdämpfe sind ebenfalls nichts als sehr weit von einander getrennte Quecksilber-Atome. Nun aber ziehen immer ein Atom Quecksilber und ein Atom Schwefel sich gegenseitig an und lagern sich an einander, und es entsteht aus dieser Paarung der Atome ein neues Ding, eine Art Schwefel-Quecksilber, welches, sobald es sich in reichlicher Masse gebildet hat, unserm

Auge als ein rothes feines Pulver erscheint, das wir Zinnober nennen.

Da man aber durch die schärfsten Mikroskope nicht am Zinnober sehen kann, daß er aus zwei sehr verschiedenen Dingen zusammengesetzt ist, so muß man annehmen, daß selbst im feinsten Stäubchen Zinnober eine sehr große gleiche Zahl von Schwefel-Atomen und Quecksilber-Atomen vorhanden ist, so daß sie einzeln garnicht gesehen werden können und unserm Auge erst sichtbar werden, wenn sich eine bedeutende Menge solch kleiner Dinger gebildet hat.

In gleicher Weise wie diese Verbindung hat man sich nun alle chemischen Verbindungen zu denken und man wird gestehen, daß diese Erklärungsweise höchst einfach ist, und da sie vortrefflich für alle Erscheinungen der Chemie paßt, auch gewiß die richtige genannt zu werden verdient.

Nun aber bitten wir unsere Leser einmal zu beachten, welche Reihe wichtiger und höchst interessanter Schlüsse aus dieser einfachen Lehre von der Atom-Verbindung folgt, und wie diese Lehre nicht nur fast alle Räthsel löst, die in der Chemie sich darstellen, sondern noch einen tiefen Einblick in ein Geheimniß des innersten Wesens der Dinge gewährt und Antworten giebt auf naturwissenschaftliche Fragen, welche so kühn und sonderbar klingen, daß der Uneingeweihte nur ungläubig den Kopf schütteln kann, wenn er sie hört.

Wir wollen die wichtigen Folgerungen aus der chemischen Atomlehre nunmehr in allen Körpern vorführen.

XXVIII. Die Anzahl der Atome bei chemischen Verbindungen, und das Gewicht jedes Stoffes.

Wenn sich wirklich in einer chemischen Verbindung immer ein Atom des einen Stoffes an das Atom eines andern Stoffes anlegt, so folgt hieraus, daß bei einfachen Verbindungen die Zahl der Atome beider Stoffe gleich sein muß.

Nehmen wir wiederum die Bildung von Zinnober aus Schwefel und Quecksilber als Beispiel für viele andere Verbindungen an, so wissen wir, daß eigentlich ein Atom Zinnober eine Art Doppelatom ist, weil es aus der Verbindung der zwei Atome entstanden ist, von denen das eine Schwefel, das andere Quecksilber ist. — Wenn wir nun ein wenig Zinnober vor uns haben, so wissen wir zwar nicht, wieviele Atome darin sind, wir kennen also auch nicht die Zahl der Schwefel- und der Quecksilber-Atome, die darin enthalten sind. Es ist möglich, daß ein wenig Zinnober, das der Maler auf seinem feinsten Pinsel zerreibt, viele Millionen oder gar Billionen Atome enthält. Aber wir wissen wenigstens das Eine, daß im Zinnober immer die Zahl der Schwefel-Atome eben so groß ist wie die Zahl der Quecksilber-Atome. Denn, da Zinnober nur entsteht, wenn sich die zwei verschiedenen Atome paaren, so würde jedes Atom Schwefel, das nicht ein Atom Quecksilber findet, um sich mit ihm zu paaren, als Schwefel übrig bleiben; dasselbe wäre mit jedem Atom Quecksilber der Fall, das nicht ein Atom Schwefel vorfindet; es würde übrig bleiben und nichts zur Bildung des Zinnobers beitragen können. Hiernach also steht es fest, daß immer im Zinnober der Zahl nach netto so viele Atome Schwefel vorhanden sind, als Atome Quecksilber.

Hieraus aber wird es klar, warum es keinen Zinnober

geben kann, der ein bischen mehr Quecksilber oder ein bischen mehr Schwefel enthält als irgend welcher Zinnober in der Welt. Kein Chemiker vermag einen Zinnober herzustellen, worin ein anderes Verhältniß des Quecksilbers zum Schwefel stattfindet, und wie es mit dem Zinnober der Fall ist, so ist es mit allen chemischen Dingen der Fall. Sie können durch fremde Beimischung mehr oder weniger verunreinigt werden; reinigt man sie aber, so bleiben sie sich in Bezug auf ihre Bestandtheile ganz gleich.

Nun aber wissen wir, daß man immer zu 200 Loth Schwefel netto 1250 Loth Quecksilber nehmen muß, um aus ihnen 1450 Loth Zinnober zu machen. Wie groß die Zahl der Atome in dieser Portion Zinnober ist, das weiß man freilich nicht anzugeben, jedoch aus der chemischen Verbindung weiß man mit vollster Sicherheit zu bestimmen, daß sich das Gewicht eines jeden Atoms Schwefel zu jedem Atom Quecksilber verhalten muß wie 200 zu 1250, oder daß ein Atom Schwefel 6¼ mal leichter wiegt als ein Atom Quecksilber.

Ganz so wie es hier mit dem Schwefel und dem Zinnober der Fall ist, so ist es auch ein Gleiches mit den andern chemischen Verbindungen. So wissen wir z. B. daß Chlor und Natrium das gewöhnliche Kochsalz bilden. Hieraus zieht man den Schluß, daß auch hier bei der Bildung des Kochsalzes stets ein Atom Chlor sich an ein Atom Natrium anlegt, und wenn sich eine ganze Menge solcher Doppelatome gebildet hat, so erscheinen sie unsern Augen als Salz. Nun aber hat die Erfahrung gelehrt, daß man stets 443 Loth Chlor mit 290 Loth Natrium zusammenbringen muß, um 733 Loth Kochsalz zu bilden. Da nun die Zahl der Chlor-Atome im Salz ganz gleich groß ist jener der Natrium-Atome, so ist der Schluß vollkommen

sicher, daß ein Atom Chlor dem Gewichte nach mehr als anderthalbmal schwerer ist als ein Atom Natrium.

Auf diesem Wege ist die Naturforschung dahinter gekommen, nicht nur die Gewichtsmengen anzugeben, in welchen sich zwei Urstoffe mit einander chemisch verbinden, sondern auch den Schluß zu ziehen, daß diese Zahlen zugleich das Gewichtsverhältniß der Atome jedes einzelnen Urstoffes darstellen.

Bedenkt man hierbei, daß noch kein Menschenauge jemals ein einzelnes Atom irgend eines Stoffes gesehen hat, daß man es wie einen Wahnsinn betrachten würde, wenn Jemand behauptete, er wolle ein unsichtbares Atom auf die Wagschale legen, um dessen Gewicht zu bestimmen, daß aber dennoch durch die Chemie auf's allerbestimmteste festgestellt ist, wie sich die Atomgewichte sämmtlicher Urstoffe zu einander verhalten, so hat man Ursache dem Geist der Wissenschaft die höchste Achtung zu zollen, der in jene Tiefen der Natur einzudringen vermag, welche nicht nur dem menschlichen Auge, sondern selbst der Hilfe der Mikroskope noch verschlossen sind, die sonst so viele Geheimnisse der geschaffenen Welt enthüllen.

Jetzt erst wird es klar, warum nur 100 Gewichtstheile Sauerstoff mit 12½ Gewichtstheilen Wasserstoff im Stande sind, Wasser zu bilden, weshalb weder mehr Sauerstoff noch mehr Wasserstoff dazu genommen werden kann. Es geschieht dies deshalb, weil in hundert Gewichtstheilen Sauerstoff netto so viele Atome vorhanden sind, wie in 12½ Gewichtstheilen Wasserstoff, wodurch die vollständige Paarung möglich ist, ohne daß ein Atom des einen oder andern Stoffes übrig bleibt*).

---

*) Vor dem Eingeweihten brauchen wir uns wol nicht erst zu entschuldigen, daß wir das Atomgewicht des Wasserstoffs der

Bei der Bildung des Wassers hat man so recht den Beweis, daß wirklich eine solche Paarung der Atome vor sich geht und zwar, daß sich immer ein Atom Sauerstoff etwa in den Zwischenraum hineinbettet, der zwischen einem Atom Wasserstoff und dem andern sich befindet. Bringt man nämlich ein Maß Sauerstoff und zwei Maß Wasserstoff zu einander und versucht man eine chemische Verbindung dieser Gase, so entstehen nicht, wie man meinen sollte, drei Maß Wassergas, sondern nur zwei Maß. Es haben sich also die Gase verdichtet, das aber kann eben nicht anders geschehen, als wenn die Zwischenräume, welche die Atome früher getrennt haben, sich verkleinerten, so daß die Atome nunmehr näher an einander gerückt sind!

XXIX. Die mehrfachen Verbindungen der Atome.

Ganz in derselben Weise, wie wir gesehen haben, daß aus zwei Maß Wasserstoffgas und einem Maß Sauerstoffgas nicht drei, sondern nur zwei Maß Wasserdampf werden, daß also hier die chemische Verbindung zugleich eine Verdichtung der Gase hervorgerufen hat, ganz so ist es in vielen anderen Verbindungen der Fall. So wissen wir z. B., daß aus drei Maß Wasserstoffgas und einem Maß Stickstoffgas nicht vier Maß Ammoniakgas entstehen, sondern nur zwei Maß Ammoniak. Es haben sich also die Gase bei ihrer chemischen Verbindung sofort verdichtet.

Einfachheit wegen gleich 12½ gesetzt haben und dies gleich einem einfachen Atom behandeln, obgleich dieser Werth nur einem Doppelatom desselben zukommt.

Dies aber kann auf keine andere Weise geschehen, als daß sich die Räume zwischen den Atomen verkleinern und die Atome sich näher an einander gerückt haben.

Viele andere Fälle zeigen dieselbe Erscheinung; am leichtesten jedoch kann man sich von dem Vorhandensein der Zwischenräume zwischen einem Atom und dem andern überzeugen, wenn man mit Flüssigkeiten Versuche anstellt.

Nimmt man ein Glas Wasser und ein Glas Schwefelsäure und mischt sie mit einander, so geben sie beide nicht zwei Gläser Mischung, wie man vermuthen sollte, sondern bedeutend weniger. Ein Gleiches ist bei vielen anderen Flüssigkeiten der Fall. Wie aber soll man sich dies anders erklären, als daß die beiden Flüssigkeiten sich nicht nur mischen, sondern daß sie zugleich ihre Atome nach der Mischung näher aneinander rücken, so daß sie dichter gelagert sind als sie bei einer bloßen Mischung gewesen wären!

Wir dürfen versichern, daß viele tausendfältige Versuche gemacht worden sind, ehe sich die Wissenschaft dazu entschlossen hat, die Existenz von Atomen anzunehmen, und können sagen, daß unendlich weitere Untersuchungen immer mehr und mehr die Bestätigung geliefert haben, daß in Wahrheit alle Dinge in der Welt, sowol feste, wie flüssige und gasförmige immer nur Ansammlungen von einzelnen Atomen sind, welche bei chemischen Verbindungen zweier Stoffe sich paaren und so einen neuen chemisch hervorgebrachten Stoff bilden.

Wenn aber wirklich nur eine solche Paarung stattfindet, wie soll man es sich erklären, daß oft ein Urstoff mit einem zweiten in mehreren Stufen Verbindungen eingeht? —

Wir haben gesehen, daß 175 Loth Stickstoff sich verbinden können mit 100 Loth Sauerstoff und auch mit

200 Loth, ebenso mit 300, mit 400, ja sogar mit 500 Loth Sauerstoff. Woher sollte das wol rühren, wenn wirklich immer nur eine Paarung der Atome stattfindet? — Sollen wir annehmen, daß in 175 Loth Stickstoff netto so viel Atome vorhanden sind als in 100 Loth Sauerstoff, so wäre bei dieser Verbindung schon die Paarung vollendet; wohin aber lagern sich bei den weiteren Stufen der Verbindung die noch hinzukommenden Atome Sauerstoff?

Die Antwort hierauf ist folgende.

Die einfachste chemische Verbindung ist in der That nur eine Paarung, wo sich immer ein Atom des einen Stoffes an ein Atom des andern Stoffes anlegt; allein man kann sich recht gut denken, daß sich auch oft an ein Atom des einen Stoffes zwei, oder drei, ja vier und fünf Atome eines zweiten Stoffes anlegen. Und in der That muß dies in vielen Fällen auch so sein. Wenn wirklich die Atome von Stickstoff unter gewissen Umständen eine Anziehungskraft ausüben auf Atome von Sauerstoff, so ist garnicht anzunehmen, daß diese Anziehungskraft ganz aufhört, sobald sich zwei Atome von Stickstoff und Sauerstoff nahe gekommen sind. Die Berührung oder die Annäherung dieser zwei Atome kann ja nur an einer Seite stattfinden; weshalb sollte die andere Seite des Stickstoffatoms nicht noch ein zweites Atom Sauerstoff anziehen können? Ein Gleiches kann aber auch von den zwei andern Seiten und eben so oben und unten der Fall sein. Es läßt sich leicht einsehen, daß ein Stickstoffatom rechts und links, vorn und hinten und eben so oben und unten immer ein Atom Sauerstoff anzieht und festhält, so daß sogar ein Atom Stickstoff sechs Atome Sauerstoff um sich sammeln kann.

Wenn wir nun auch solchen Fall noch nicht kennen, und nur die höchste Stufe der Verbindung von Stickstoff

und Sauerstoff in der Salpetersäure vor uns haben, wo stets 175 Loth Stickstoff mit 500 Loth Sauerstoff verbunden sind, so ist es noch keineswegs ausgemacht, daß man nicht noch einmal eine höhere Stufe der Verbindung wird zu Stande bringen können, wo wirklich 175 Gewichtstheile Stickstoff 600 Gewichtstheile aufnehmen, um eine andere chemische Flüssigkeit als Salpetersäure zu bilden. Als Thatsache wollen wir nur anführen, daß es garnicht lange her ist, daß man eine neue Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff kennen gelernt hat, eine andere als die, welche Wasser bildet. Diese neue Verbindung heißt Wasserstoff-Superoxyd und besteht aus einem Atom Wasserstoff mit zwei Atomen Sauerstoff.

Gerade aber der Umstand, daß man zu 175 Loth Stickstoff netto hundert Loth Sauerstoff nehmen muß, um Stickstoff-Oxydul zu erhalten, und wenn man Stickstoffoxyd haben will, durchaus 200 Loth Sauerstoff, wenn man salpetrige Säure haben will, noch ein volles hundert Loth, also 300 Loth nehmen muß, wenn man Untersalpetersäure machen will, netto wieder ein volles hundert Loth anwenden, und wenn man endlich Salpetersäure machen will, wiederum noch ein volles hundert, also 500 Loth Sauerstoff zusetzen muß, gerade dieser Umstand ist der schlagendste Beweis, daß in jedem hundert Loth Sauerstoff so viele Atome sein müssen, als in 175 Loth Stickstoff, so daß man, wenn man eine höhere Stufe der Verbindung erreichen will, immer für jedes einzelne Atom Stickstoff ein neues Atom Sauerstoff zubringen muß.

Und so ist denn die Atom-Lehre gerade durch die Chemie zur vollsten Gewißheit geworden, so daß man es dieser Wissenschaft zu danken hat, daß ein tiefer Blick in den geheimnißvollsten Theil der Natur gethan werden konnte.

XXX. Die Atome und die Wärme.

Eine höchst interessante Bestätigung erhielt die Lehre von den Atomen in neuerer Zeit auf einem ganz anderen Wege als dem chemischen und dieser Weg führte zu einem so überraschenden Resultate, daß er wiederum einen Aufschluß abgiebt für ein großes Naturgeheimniß.

Die Entdeckung, die wir meinen, beruht auf folgenden sehr interessanten Thatsachen.

Nehmen wir an, es stellt Jemand auf den Tisch seines Zimmers ein Stück Wachs und ein Stück Eisen und ein Stück Holz, ein Stück Leder und ein Glas Wasser. Nun heizt er die Stube so ein, daß sie etwa 12 Grad Wärme hat, so wird nach einiger Zeit all' das, was auf dem Tische liegt, ebenfalls 12 Grad warm sein.

Freilich werden sich die Gegenstände sehr verschieden anfühlen. Berührt man mit der Hand das Wachs und das Eisen, so wird es scheinen, als ob das Eisen kälter sei als das Wachs, ebenso wird man, dem Gefühl nach zu urtheilen, Verschiedenheiten in der Wärme der übrigen Gegenstände wahrzunehmen glauben; aber das ist doch nur eine Täuschung.

Hiervon kann man sich überzeugen, wenn man die Wärme der Gegenstände mit einem Thermometer untersucht; man wird finden, daß sie sammt und sonders 12 Grad warm sind.

Woher aber kommt es, daß sich das Eisen z. B. kälter anfühlt? Das kommt daher, daß das Eisen die Wärme der Hand schnell fortleitet, denn Eisen hat wie alle Metalle die Eigenschaft, daß es die Wärme schneller leitet als andere Stoffe es thun. Wenn man ein Schwefelhölzchen auf dem einen Ende anbrennt, kann man es am andern Ende in der Hand halten, weil die Wärme nicht

von einem Ende des Hölzchens zum andern geleitet wird. Macht man jedoch eine eben so große Stepfnadel an der einen Seite heiß, so kann man sie am andern Ende nicht in der Hand halten, weil die Wärme sich im Eisen verbreitet, oder weil Eisen, wie auch jedes andere Metall die Wärme leitet.

Fühlt man nun ein Stück Eisen von 12 Grad Wärme an, so giebt die wärmere Hand dem Eisen Wärme ab; bliebe nun die Wärme an der Stelle, so würde sich das Eisen so warm anfühlen wie jeder andere Gegenstand von 12 Grad Wärme; allein das Eisen leitet die Wärme durch das ganze Stück und entzieht so der Hand immer auf's neue frische Wärme und dies erregt in uns die Empfindung, als ob das Eisen kälter wäre als das Wachs, was in Wahrheit nicht der Fall ist.

Es steht vielmehr fest und kann durch die genauesten Versuche bewiesen werden, daß alle in einem Zimmer von gleicher Wärme befindlichen Dinge ganz gleich warm werden.

Ganz anders aber ist es, wenn man die genannten Dinge um einen Grad wärmer machen will. Gesetzt, man will das 12 Grad warme Wachs bis 13 Grad warm machen, so wird man eine gewisse Portion Wärme zuführen müssen; und eben so muß man Wärme hinzuführen, wenn man das Eisen, das Holz, das Leder und das Wasser um einen Grad wärmer zu haben wünscht. Allein die Portion Wärme, die hierzu nöthig ist, wird sehr verschieden sein. Nehmen wir an, all' die Gegenstände wären gleich groß, und nun hätte man ein Nebenzimmer, das gerade 13 Grad Wärme besitzt; wenn man nun den Tisch mit den Gegenständen in die Nebenstube trägt und dort stehen läßt, so wird man bemerken, daß das Stück Eisen in kurzer Zeit schon 13 Grad warm geworden ist. Sehr

lange nachher wird erst das Leder 13 Grad warm geworden sein, noch später wird das Wasser die Wärme von 13 Grad angenommen und am spätesten wird das Holz um einen Grad Wärme sich vermehrt haben.

Diese Verschiedenheit aber ist nicht etwa nur bei den vier Gegenständen, die wir angeführt haben, der Fall, sondern sie findet bei allen Dingen in der Welt statt, und um die Sache ein bischen strenger wissenschaftlich anzufassen, wollen wir annehmen, man habe statt der genannten vier Dinge vier chemische Urstoffe, also etwa ein Stück Eisen, ein Stück Blei, ein Stück Zinn, ein Stück Schwefel auf den Tisch gelegt und mit diesen die Versuche gemacht. Bei solchen Versuchen wird man finden, daß das Blei am allerschnellsten den Grad Wärme in sich aufgenommen hat; nächst ihm wird dann das Zinn den Grad Wärme aufnehmen; fast noch einmal so lange wird es dauern, bevor das Eisen den einen Grad Wärme aufnimmt; wohingegen das Stück Schwefel noch einmal so viel Zeit braucht als das Stück Eisen, um die gleiche Wärme anzunehmen.

Die scharfsinnigsten Naturforscher der neueren Zeit haben mit der allergrößten Sorgfalt diese Versuche auf alle chemischen Urstoffe ausgedehnt und haben durch genaue Zahlen festgestellt, wie sich jeder Urstoff hierzu verhält, und da hat man die herrliche Entdeckung gemacht, daß diese Erscheinung aufs genaueste mit den Atomen der Urstoffe und den chemischen Verbindungs-Zahlen im Zusammenhang steht.

XXXI. Was man spezifische Wärme der Stoffe nennt und wie die Atome erwärmt werden.

In unserem Beispiel haben wir gesehen, daß Blei am allerschnellsten den bewußten Grad Wärme annimmt, und genaue Messungen in den verschiedensten Methoden haben ergeben, daß es mehr wie sechsmal früher den Grad Wärme in sich aufnimmt als Schwefel.

Fragen wir uns, woher kommt das? so giebt die neueste Forschung hierauf folgende Antwort.

Aus der Chemie wissen wir, daß, wenn man eine Verbindung von Blei und Schwefel herstellen will, man immer 1290 Gewichtstheile Blei und 200 Gewichtstheile Schwefel dazu nehmen muß, das heißt, man muß mehr als sechsmal soviel Blei nehmen als Schwefel.

Nun aber wissen wir aus der Atomlehre, daß sich bei solchen chemischen Verbindungen immer ein Atom Blei an ein Atom Schwefel legt, so daß sie in der Verbindung Atompaare ausmachen. Hieraus folgt, daß z. B. 1290 Pfund Blei nur so viele einzelne Atome haben als 200 Pfund Schwefel; oder richtiger, daß in einem Pfund Blei über sechsmal weniger Atome sind, als in einem Pfund Schwefel. — Wollen wir nun ein Pfund Blei und ein Pfund Schwefel um einen Grad wärmer machen, so haben wir im Schwefel mehr als sechsmal so viel Atome zu erwärmen als im Blei, und deshalb dauert es auch mehr als sechsmal länger als es beim Blei dauert.

Das heißt einfacher ausgedrückt: ein einzelnes Schwefel-Atom nimmt eben so schnell die Wärme auf als ein Blei-Atom. Weshalb aber wird ein Pfund Blei mehr als sechsmal schneller warm als ein Pfund Schwefel? Weil im Pfund Schwefel mehr als sechsmal so viele Atome vorhanden sind.

Geben wir einmal Acht, wie dies auch bei andern Stoffen zutrifft.

Wollen wir z. B. ein Pfund Zinn um einen Grad wärmer machen, so braucht man nur den vierten Theil dazu, wie um ein Pfund Schwefel um einen Grad zu erwärmen. Also Zinn wird viermal leichter erwärmt als Schwefel. Versucht man es Zinn mit Schwefel chemisch zu verbinden, so findet man, daß man von Zinn 730 Gewichtstheile und von Schwefel 200 Gewichtstheile dazu nehmen muß. Man hat also Ursache zu schließen, daß 730 Pfund Zinn netto so viele Atome enthalten als 200 Pfund Schwefel; das heißt: ein Pfund Schwefel hat an viermal so viele Atome in sich als ein Pfund Zinn. Hieraus folgt nun, daß, wenn auch jedes einzelne Atom gleich schnell warm wird, es doch viermal so lange dauern muß, um ein Pfund Schwefel zu erwärmen als ein Pfund Zinn, weil im Pfund Schwefel wirklich viermal so viele Atome stecken als im Pfund Zinn.

Vom Eisen wissen wir durch Versuche, daß ein Pfund davon fast noch einmal so schnell die Wärme aufnimmt als ein Pfund Schwefel. Sehen wir aber zu, wie sich Eisen mit Schwefel chemisch verbindet, so finden wir, daß 350 Gewichtstheile Eisen sich mit 200 Gewichtstheilen Schwefel verbinden, das heißt in 350 Pfund Eisen sind eben so viele Atome als in 200 Pfund Schwefel. Hieraus folgt, daß in einem Pfund Schwefel fast noch einmal so viele Atome vorhanden sind als in einem Pfund Eisen. Es ist also ganz erklärlich, daß ein Pfund Schwefel noch einmal so lange erwärmt werden muß, um so warm zu werden als ein Pfund Eisen.

Wenn wir nun die Versicherung geben, daß erstens die Zahlen weit genauer stimmen als wie wir sie hier der Leichtigkeit wegen angeben; daß zweitens die Ueberein-

stimmung, die wir hier zwischen Erwärmung und Atom-Zahl zeigen, nicht nur bei den angegebenen Stoffen, sondern bei allen festen Stoffen stattfindet; daß drittens die kleinen Abweichungen, die sich vorfinden, noch auf Rechnung der schwer zu meidenden Beobachtungsfehler zu setzen sind: so wird man gestehen, daß die Lehre von den Atomen, die die Chemie aufgestellt hat, die glänzendste Bestätigung erhält durch die Beobachtungen, die man beim Gesetz der Erwärmung oder bei der Untersuchung „der spezifischen Wärme der Stoffe“ — wie man dies wissenschaftlich nennt — gemacht hat.

Freilich ist es wahr, daß diese Uebereinstimmung nur auf die festen Stoffe paßt, während die gasförmigen Stoffe sich nicht in demselben Maße erwärmen, wie die Zahl ihrer chemischen Atome ergeben müßte. Allein man darf hierbei folgendes nicht außer Acht lassen.

Gasförmige Körper dehnen sich bei der Erwärmung außerordentlich stark aus und gerade bei jeder Ausdehnung wird wiederum Kälte erzeugt. Es ist demnach eine Beobachtung der wirklichen Erwärmung gasförmiger Stoffe außerordentlich schwierig, weil man nicht weiß, wie die Ausdehnung der Erwärmung entgegenarbeitet. Trotzdem aber zeigen die Versuche, daß alle gasförmigen Urstoffe, also z. B. Sauerstoff, Wässerstoff, Stickstoff, in gleicher Weise untereinander übereinstimmend sowol in der Erwärmung wie in der chemischen Verbindung sind, und daß sie auffallender Weise gerade noch einmal so lange erwärmt werden müssen, als die Berechnung ihrer Atome ergiebt. Dieser Umstand führt dahin, gerade die Atom-Lehre zu stützen und für die Abweichung zwischen festen und gasförmigen Stoffen eine Ursache aufzusuchen, die uns für jetzt noch ein Naturgeheimniß ist.

Denn daß noch viele geheime Ursachen in der Natur

walten, die die Forscher noch nicht kennen, ist vollkommen richtig, und wir wollen im nächsten Abschnitt ein kleines Geheimniß derart einmal vorführen, auf welches man gegenwärtig ernstlich in der Wissenschaft Jagd macht.

XXXII. Was man unter Diffusion versteht.

Das Naturgeheimniß, hinter welchem, wie wir sagten, die Forschung gegenwärtig ernstlich Jagd macht, nennt man wissenschaftlich das Gesetz der Diffusion.

Was man darunter versteht, wird man am leichtesten einsehen, wenn wir eines Versuches erwähnen, der in Paris mit großer Sorgfalt angestellt ist.

In den Kellerräumen des Gebäudes der Akademie der Wissenschaften in Paris, an einem Orte, wo man sich versichert hatte, daß keine Erschütterung von der Straße her eindringe, stellte man einen großen Ballon auf, gefüllt mit Kohlensäuregas. Ueber diesem Ballon wurde ein zweiter Ballon angebracht, der jedoch den untern nicht berührte, und dieser obere Ballon wurde mit Wasserstoffgas gefüllt. Sodann wurde ein dünnes Glasrohr von dem einen Ballon zum andern geführt. Als man nach einigen Tagen die Gase in beiden Ballons untersuchte, fand es sich, daß sowol im untern wie im obern Ballon eine ganz gleiche Mischung beider Gase vorhanden war, so daß sich allenthalben in den beiden Ballons ein ganz gleiches Gemisch von Kohlensäure- und Wasserstoffgas durch das Glasrohr hergestellt haben muß.

Nun aber weiß man durch Versuche, daß Kohlensäure- und Wasserstoffgas sich chemisch nicht so verbinden; also eine chemische Anziehung der Atome findet hier nicht statt.

Ferner steht es fest, daß Kohlensäuregas an fünfzehnmal schwerer ist als Wasserstoffgas, daß also eigentlich das schwere Gas, die Kohlensäure im untersten Ballon, das leichte Wasserstoffgas im obersten Ballon hätte bleiben müssen. Ja, man hätte sogar schließen sollen, daß, wenn man gleich das Gemisch beider Gase in beide Ballons gebracht hätte, die Leichtigkeit des Wasserstoffgases dieses hätte zum Steigen, die Schwere der Kohlensäure diese hätte zum Sinken veranlassen, so daß sich eigentlich das Wasserstoffgas in den obern Ballon, die Kohlensäure in den untern Ballon hätte hinbegeben müssen. Gleichwol geschieht dies nicht: es tritt vielmehr das Gegentheil ein. Es stellt sich eine Mischung zweier Gase her ganz gegen das sonst allenthalben gültige Gesetz der Schwere, und offenbar nach einem uns noch unbekannten Gesetz.

Für den ersten Augenblick könnte es scheinen, als wäre das Räthsel dieser Mischung, die man eben die „Diffusion" nennt, garnicht so wichtig, um so viele Versuche damit zu machen: allein die Sache hat ihre tiefere Bedeutung nicht nur für die Wissenschaft, sondern auch die höchste Wichtigkeit für das Leben, denn nur dieser Diffusionskraft verdanken wir es, daß wir athmen und leben.

Schon vor fünfzig Jahren, als man dahinter gekommen war, daß unsere Luft aus einem Gemisch von Sauerstoff und Stickstoff besteht, hat Alexander von Humboldt durch Versuche die interessante und wichtige Thatsache nachgewiesen, daß die beiden Gase Stickstoff und Sauerstoff immer und allenthalben in ganz gleichen Mischungen vorhanden sind. Er untersuchte die Luft in überfüllten Theatern, wo Tausende von Menschen den Sauerstoff einathmen und Kohlensäure ausathmen, und fand, daß auch hier immer auf vier Theile Stickstoff ein Theil Sauerstoff vorhanden ist. Ganz dasselbe Resultat stellte sich heraus bei

Untersuchung der Luft auf hohen Gebirgen, ja, der genannte Naturforscher und Denker untersuchte Luft, welche er durch aufsteigende Luftballons aus den verschiedensten Höhen des Luftmeeres herabholte; immer blieb sich das Resultat gleich. Es fand sich allenthalben, daß in 100 Maß Luft 79 Maß Stickstoff und 21 Maß Sauerstoff vorhanden waren.

Ist schon dies allein für das Leben der Thiere und Menschen von der größten Wichtigkeit, da eine Störung der Mischung unserer Luft wesentlich die Gesundheit gefährden würde, so ist es noch wichtiger, daß die Kohlensäure, die wir ausathmen, nicht zu Boden sinkt, obgleich sie schwerer ist als die gewöhnliche Luft, sondern daß sie sich selbst bei vollständigster Windstille mit der Luft äußerst regelmäßig mischt und so bis in die höchsten Höhen des Luftkreises dringt. Wäre dies nicht der Fall, so müßten wir im Zimmer oder an windstillen Orten im eignen Athem ersticken.

Was aber ist dies für eine geheime Kraft, welche diese Mischung der Gasarten veranlaßt?

Die Naturwissenschaft weiß hierauf noch keine Antwort zu geben, denn sie ist erst daran, die Erscheinung selber durch mannigfache Versuche genauer zu erforschen. Der verdienstvolle englische Gelehrte Graham ist gegenwärtig mit diesem wichtigen Gegenstande beschäftigt und die Resultate sind für jetzt noch nicht bekannt; allein aus Allem, was man bisher hierüber schon weiß, läßt sich der Schluß ziehen, daß ähnlich, wie die chemische Kraft Atom zu Atom gleichmäßig lagert, auch eine Kraft vorhanden ist, die gleichmäßige Mischungen hervorbringt, selbst wenn eine wirkliche chemische Verbindung nicht zu Stande kommt. —

Möglicherweise ist die Erscheinung der Diffusion, dieses

unerklärte gleichmäßige M i s ch e n der Atome verschiedener Gase, die erste Grundlage oder auch nur der Vorläufer der chemischen Anziehung.

XXXIII. Wie Chemie und Elektrizität mit einander verwandt sind.

Wir haben bisher das Geheimniß der chemischen Verbindungen dadurch zu erklären versucht, daß wir in den Atomen eine Anziehungskraft angenommen haben, welche es bewirkt, daß zwei Atome verschiedener Stoffe sich zu paaren bestrebt sind, oder in einzelnen Fällen sich mehrere Atome eines Stoffes an ein Atom eines anderen Stoffes anlegen.

Allein es wird unsern Lesern nicht entgangen sein, daß hierdurch nur erklärt wird, weshalb sich gerade nur gewisse Gewichtstheile eines Stoffes mit genau bestimmten Gewichtstheilen eines andern Stoffes verbinden; es bleibt aber immer noch die Frage: was ist denn das für eine Kraft, welche in den Atomen sitzen soll? Zeigt sich diese Kraft auch in anderen Fällen als bei chemischen Verbindungen? Ist diese Kraft eine ganz neue, den Atomen eigene, oder haben wir vielleicht diese Kraft schon anderweitig wirken sehen, ohne erkannt zu haben, daß sie zugleich die sogenannte chemische Anziehungskraft ist?

Auf diese Frage hat die Naturwissenschaft ganz besonders ihr Augenmerk gerichtet und die Antwort hierauf mit ziemlicher Sicherheit aufgefunden.

Wir wollen das, was die Wissenschaft hierüber ausfindig gemacht hat, in möglichst deutlichen Umrissen hier unsern Lesern vorführen.

Seit der Zeit, daß man die Elektrizität und die Chemie näher zu untersuchen begonnen hat, stellte sich schon mit einiger Sicherheit heraus, daß jedesmal, wo ein chemischer Vorgang stattfindet, auch zugleich elektrische Wirkungen aufgefunden werden können, und ebenso, zum Theil noch auffallender, zeigen sich chemische Wirkungen allenthalben, wo man elektrische Ströme in Bewegung setzt.

Schon dies hat auf den Gedanken geführt, daß Chemie und Elektrizität sehr nahe verwandt, obgleich sie in ihren Erscheinungen außerordentlich verschieden sind.

Als man jedoch die Entdeckung machte, daß man durch elektrische Ströme die allerbedeutendsten chemischen Wirkungen hervorzubringen vermag, und man andererseits durch Elektrizitäts-Messer den Beweis lieferte, daß es garnicht möglich ist, einen chemischen Vorgang herzustellen, ohne daß elektrische Ströme dabei thätig sind, da griff die Ansicht um sich, daß chemische und elektrische Kraft eins und dasselbe sein müssen. Auf diesem Wege weiter gehend, fand man auch wirklich in der Elektrizität den Grund der chemischen Erscheinung und man ist im Stande, die Antwort auf die obigen Fragen dahin zu geben, daß die gesuchte chemische Kraft eigentlich die elektrische Kraft ist, welche außer ihren Erscheinungen auch noch chemische Wirkungen hervorbringt.

In der That verdankt man den Wirkungen der elektrischen Ströme die wichtigsten chemischen Entdeckungen. Wir wollen einige dieser Entdeckungen hier aufführen.

Vor dem Jahre 1807 hatte man keine Idee davon, daß gewisse Dinge, die wir alltäglich sehen und mit ihnen hantiren, eigentlich Metalle sind, die sich mit Sauerstoff oder Kohlensäure oder sonst einem andern Stoffe verbunden haben. Der Kalk z. B. ist gewiß ein sehr bekanntes Material und ist seit Jahrtausenden von Menschen benutzt

worden, ohne daß man selbst in schon wissenschaftlichen Zeitaltern mehr davon zu sagen wußte, als daß er eine Erdart sei. Nicht minder ist Kali, der eigentliche Bestandtheil der Pottasche, und auch Natron, der Hauptbestandtheil der Soda, allgemein bekannt. Daß aber diese Dinge eigentlich ganz etwas anderes sind, als sie erscheinen, das hat man durch die chemische Wirkung der galvanischen Säule entdeckt.

Im Jahre 1807 brachte Davy, einer der verdienstvollsten Naturforscher der neueren Zeit, ein Stückchen Kali zwischen die Pole einer sehr starken galvanischen Säule und bemerkte zu seinem Erstaunen, daß der elektrische Strom, indem er durch das Kali geht, dieses in zwei Bestandtheile zerlegt, von denen der eine gewöhnliches Sauerstoffgas und der andere ein silberähnliches, blankes, sehr leichtes Metall ist. Zugleich aber bemerkte er, daß die an dem galvanischen Pol sich bildenden blanken Kügelchen sofort wieder in der Luft beschlagen, weiß und salzartig werden, und daß sie sich wiederum in Kali verwandeln. — Er verstand diese Erscheinung sehr wohl und fand mit Leichtigkeit heraus, daß eigentlich Kali nichts ist als ein bis dahin unbekanntes Metall, das mit großer Begierde Sauerstoff anzieht und sich mit ihm verbindet, so daß man in der Natur nirgends dieses Metall rein auffinden kann. Davy nannte dieses Metall „Kalium" und jetzt stellt man dasselbe bereits auf anderem als galvanischen Wege her.

Aehnlich ging es mit dem Natron, in welchem man durch Einwirkung des Galvanismus das Metall „Natrium" entdeckte, und ein Gleiches war mit dem Kalk, Gyps, Marmor und der Kreide der Fall, welche insgesammt nur chemische Verbindungen eines bis zu diesem Jahrhunderte unbekannten Metalls sind, welches man Calcium nennt.

Da man auf diesem Wege merkte, welche wichtigen

Aufschlüsse der elektrische Strom über die Chemie giebt, versuchte man weitere Erfolge zu erringen und gelangte dahin, die eigentliche chemische Wirkung der Elektrizität näher kennen zu lernen, was wir nun auch thun wollen.

XXXIV. Die chemischen Wirkungen galvanischer Ströme.

Schon zu Anfang dieses Jahrhunderts hatten die Naturforscher Carlisle und Nicholson die Entdeckung gemacht, daß wenn man die beiden Pole einer starken galvanischen Kette in ein dazu eingerichtetes Gefäß mit Wasser leitet, an dem negativen Pol Bläschen von Wasserstoffgas aufsteigen, während der positive Pol sich mit Sauerstoffgas verbindet. Später kam man auf den Gedanken, einen Silber- oder Platindraht statt des positiven Pols zu benutzen, und da diese Metalle nicht leicht Verbindungen mit Sauerstoff eingehen, bemerkte man auch, daß am positiven Pol Bläschen von Sauerstoffgas aufsteigen. Woher aber kamen diese Gase? — Sie entstanden daher, daß der elektrische Strom das Wasser in seine chemischen Urstoffe zerlegte, die zu Wasser verbundenen Gase, Wasserstoff und Sauerstoff, aus einander riß, so daß beide Gase, die früher zusammen Wasser bildeten, nunmehr sich trennten und als freie Gasbläschen im übrigen Wasser aufstiegen.

Da man diesen Versuch weiter fortsetzte und die Vorrichtungen zu demselben verbesserte, so ist man jetzt im Stande vor dem Auge jedes Wißbegierigen eine kleine Portion Wasser in die zwei Gase direkt zu zerlegen, damit er sich durch den Augenschein überzeuge, daß Wasser etwas

ganz anderes ist, als man sich im gewöhnlichen Leben vorstellt.

Es kann sich wohl jeder unserer Leser denken, daß man nicht unterließ, alle möglichen chemischen Stoffe dem elektrischen Strom einer galvanischen Säule auszusetzen und wir können versichern, daß es bald keine chemische Verbindung mehr gab, die nicht durch den galvanischen Strom aufgehoben wurde. Daß auf diesem Wege ganz neue Urstoffe, aus ihren Verbindungen gelöst, erst bekannt wurden, haben wir bereits erwähnt.

Wie aber geht das zu? Woher kommt diese Kraft des galvanischen Stromes, die im Stande ist, chemische Wirkungen zu äußern? Was hat die Elektrizität mit der chemischen Kraft zu thun, die ihr garnicht im mindesten ähnlich zu sein scheint?

Die Antwort auf all' diese Fragen hat man erst nach sehr ausführlichen Untersuchungen zu geben gewagt; denn — das müssen wir nur sagen — in der Naturwissenschaft herrscht ein ungeheures Mißtrauen gegen schnellfertige Antworten, und wenn es gleich auf ihrem Gebiet nicht an Köpfen fehlt, die nie um Antworten verlegen sind, so verschafft sich doch eine Antwort, und wäre sie auch noch so treffend, nicht früher volle Geltung, bis sie durch Beweise gestützt ist, welche sie unumstößlich, mindestens im höchsten Grade wahrscheinlich machen.

Die Antwort, die man auf obige Fragen jetzt mit möglichst hinreichender Sicherheit geben kann, lautet kurz gefaßt wie folgt:

Man hat sich bisher eingebildet, es gäbe eine chemische Kraft, welche in den Atomen stecke und Verbindungen und Verwandlungen der Stoffe veranlasse; dies ist ein Irrthum. Das, was man als chemische besondere Kraft ansah, ist nichts als die elektrische Kraft der Atome und

die ganze Chemie ist nur eine Erscheinung der Elektrizität, ein Zweig der Wirkung dieser die ganze Welt der Stoffe durchdringenden Kraft.

Diese Antwort klingt für den ersten Augenblick freilich kühn, und sie hat auch wirklich nicht wenige Gegner gefunden: aber man söhnt sich mit dieser Antwort aus, sobald man erst einsieht, daß in der wirklichen Natur die Kräfte gar nicht in so einzelne Fächer gesondert sind, wie es in Lehrbüchern der Fall ist und sein muß, daß vielmehr in der wirklichen Welt die geheimen Kräfte innig in einander greifen und wahrscheinlich aus einer einheitlichen Gesammtkraft stammen, die wir uns nur in viele Kräfte zerlegen, weil wir sie in ihrer Einheit noch nicht zu fassen vermögen.

Wie sich der Mensch die Zeit eintheilt in Stunden, Tage, Jahre, Jahrzehnte, Jahrhunderte, Jahrtausende, Jahrmillionen, obwol er weiß, daß in Wahrheit diese Eintheilung nicht existirt und nur ein Hilfsmittel für uns ist, um irgend ein Moment aus der Reihe der ewigen Wandelungen in unserer Vorstellung festzuhalten, so theilt die menschliche Wissenschaftlichkeit auch die eine Naturerscheinung in gesonderte Naturerscheinungen und bringt zu ihrer übersichtlichen Belehrung die Natur in Fächer, von welchen die Natur selber sicherlich nichts weiß.

Ein jedes Steinchen, das wir mit dem Fuße gedankenlos zertreten, gehört im Bereich der Naturwissenschaft in viele gesonderte Fächer. Der Mineralog kann sein Entstehen, der Chemiker seine Bestandtheile studiren, der Physiker kann die spezifische Wärme, das spezifische Gewicht, die Lichtbrechung, den Zusammenhang, das Gefüge und die elektrische Eigenschaft untersuchen, und bei jeder dieser Untersuchungen setzt man eine gesonderte Kraft voraus, die in diesem Steinchen thätig ist. Die Natur

selber aber treibt schwerlich all' diese gesonderten wissenschaftlichen Fächer bei der Bildung dieses Steinchens, sondern ist wahrscheinlich in einer Einheit dabei thätig, deren Mannigfaltigkeit nur in der Erscheinung liegt.

Sieht man aber die Sache von diesem Gesichtspunkte an, so kann man es nur als einen großen Schritt näher zur Wahrheit bezeichnen, wenn es gelingt, nachzuweisen, daß zwei Kräfte, welche die Wissenschaft als gesonderte Fächer behandelt, wie es mit der Elektrizität und Chemie der Fall, im Grunde genommen nur Eins und Dasselbe sind, das sich nur in verschiedener Weise äußert.

XXXV. Von der elektro-chemischen geheimen Kraft.

Wir wollen nun einmal sehen, wie man sich den ganzen geheimen Vorgang in der Chemie erklären kann, wenn man die Elektrizität zu Hilfe ruft und statt der zwei getrennten Kräfte, die wir bisher betrachtet haben, nur eine Kraft und zwar die „elektro-chemische" annimmt.

Der Aufschluß, den die „elektro-chemische" Lehre über die Erscheinungen der Chemie giebt, besteht im Wesentlichen in Folgendem.

Wir wissen es bereits, daß ein Stück Zink und ein Stück Kupfer, die sich berühren, eine elektrische Trennung in beiden Metallen erzeugen. Das Zink wird positiv-elektrisch und das Kupfer wird negativ-elektrisch. Durch geeignete Vorrichtungen ist man sogar, wie wir schon gesehen haben, im Stande höchst wirksame elektrische Ströme durch die bloße Berührung dieser zwei Metalle hervorzurufen. Mag nun der Grund dieser Erscheinung

sein, welcher er wolle, so steht doch so viel fest, daß vor der Berührung des Zinks und Kupfers weder das Zink, noch das Kupfer irgendwelche elektrische Eigenschaft zeigt, daß aber die elektrische Kraft nur erst bei dem Aneinanderbringen der Metalle erzeugt wird.

Nun, sagt der Elektro-Chemiker, ist es höchst wahrscheinlich, daß eine ganz ähnliche Trennung der Elektrizität in allen sogenannten chemischen Urstoffen stattfindet, sobald sich zwei verschiedene Atome derselben berühren. Das Atom des einen Urstoffs wird negativ-elektrisch und das Atom des andern Stoffes wird positiv-elektrisch. Da wir aber bereits wissen, daß positive und negative Elektrizität sich anziehen, so ist es ganz erklärlich, daß zwei verschiedene Atome sich anziehen, sobald sie sich sehr nahe sind, weil sie entgegengesetzte Elektrizität besitzen; und so verbinden sich die beiden Atome, das heißt, sie bilden ein Atompaar und halten sich mit einer gewissen Kraft fest, und zwar ist diese Kraft keine andere als die elektrische.

Haben die zwei Atome das gethan, so sagen wir freilich, sie hätten sich chemisch verbunden: allein, die Bezeichnung ist ungenau; wir müßten eigentlich sagen: sie haben sich elektrisch verbunden; denn, was sie an einander bindet, ist eben die bei ihrer Berührung in ihnen hervorgerufene verschiedene Elektrizität.

Zwar liegt die Frage sehr nahe, warum geschieht denn das nicht bei der Berührung von Zink und Kupfer? Warum trennen sich immerfort die Elektrizitäten und senden negative Ströme durch das Kupfer und positive durch das Zink davon, ohne daß zwischen Zink und Kupfer das vorgeht, was wir gewöhnlich chemische Verbindung nennen? — Allein die Antwort hierauf ist sehr einfach.

Wären wir im Stande, ein loses Zinkatom an ein

loses Kupferatom zu bringen, so würden sie sich in der That festhalten und ihre entgegengesetzte Elektrizität würde wirklich das bewirken, was man eine chemische Verbindung nennt. Es würde ein Atom-Pärchen entstehen, das Zink-Kupfer bilden würde. Allein wir können kein loses Atom Zink herstellen und eben so wenig ein loses Atom Kupfer. In einem noch so kleinen Stückchen Zink oder Kupfer hängt das Atom fest zusammen mit dem ganzen Stück und kann sich nicht trennen. Nun kommt noch dazu, daß sie beide Metalle sind, die die Elektrizität leiten. Die Trennung der Elektrizität, die an der Berührungsstelle eines Stücks Zinks oder Kupfers vor sich geht, leitet sich sogleich fort durch beide Metalle, und löthet man Drähte an die Metalle und bringt deren Enden an einander, so entsteht sogar ein Strom von beiden Seiten her, so daß die getrennten Elektrizitäten sich in dieser geschlossenen Kette fortwährend verbinden, wie sie sich an der Berührungsstelle fortwährend trennen. Es findet also das, was man chemische Verbindung der Atome nennt, nicht statt, sondern es stellt sich eine andere Ausgleichung der Elektrizitäten her und zwar durch einen elektrischen Strom.

Kommen aber zwei Atome anderer Stoffe mit einander in Berührung, von denen eins oder beide Atome nicht im Zusammenhang mit einem festen Stück sind, und findet bei ihnen oder bei einem von ihnen nicht der Umstand statt, daß sie die in ihnen entstehende Elektrizität fortleiten, so müssen sie zu einander und sie thun es wegen der entgegengesetzten Elektrizität, die in ihnen erweckt ist, und so lagert sich Atom zu Atom und sie bilden beisammen Atom-Pärchen, von denen wir sagen, sie haben sich chemisch verbunden.

In der That bestätigt die Erfahrung diese Annahme. Zwei trockene feste Stoffe verbinden sich durchaus nicht

chemisch. Schwefel und Eisen können Jahrhunderte lang bei einander liegen, es wird kein Schwefel-Eisen entstehen. Will man eine chemische Verbindung zweier Stoffe haben, so muß man mindestens einen in einen Zustand versetzen, wo seine Atome loser zusammenhängen und dann gelingt in vielen Fällen die Verbindung. — Wären wir im Stande, Sauerstoff festzumachen, so könnte man ihn mit einem Stück Kalium zusammenpacken, trotzdem die Neigung zwischen beiden, sich zu verbinden, so unendlich groß ist. Sie würden als trockene feste Körper bei einander liegen, ohne chemische Verbindungen einzugehen. Dahingegen wissen wir, daß der gasförmige Sauerstoff, weil er eben ein Gas ist und seine Atome nicht festhält, ein gefährlicher Nachbar für Kalium ist. Die chemische Verbindung beider geschieht mit großer Energie. Aehnlich geht es mit allen Stoffen, die sich chemisch verbinden und das bestätigt schon wenigstens in dieser Beziehung die eben von uns ausgesprochene Behauptung.

Allein diese Bestätigung ist an sich noch sehr geringfügig, denn wir werden sogleich sehen, daß die eigentlichen chemischen Räthsel höchst überraschende und interessante Erklärungen finden, sobald man zu ihrer Lösung die elektrische Kraft zu Hilfe ruft.

XXXVI. Die Erklärung der chemischen Erscheinungen durch elektrische Kräfte.

Um einzusehen, wie viel Wahrheit in der Lehre steckt, nach welcher die chemische Kraft nichts anderes ist, als die elektrische Kraft der Atome, wollen wir vor Allen einen Umstand hervorheben.

Wir haben bereits auf die Sonderbarkeit aufmerksam

gemacht, daß zwei chemische Urstoffe sich am heftigsten und schnellsten verbinden, wenn sie sich beide höchst unähnlich sind. Die Metalle haben sammt und sonders eine gewisse Aehnlichkeit mit einander. Kupfer, Zink, Silber, Gold, Eisen, Blei sind zwar in ihren Eigenschaften verschieden; aber in ihrer wesentlichsten Natur sind sie doch sehr nahe verwandt. Gleichviel haben sie nicht die mindeste Neigung, sich chemisch zu verbinden. Nun giebt es gewiß nichts Unähnlicheres in der Welt als Sauerstoff und Eisen und gleichwol ist ihre Neigung zur Verbindung sehr stark, wie überhaupt die Neigung sämmtlicher Metalle sich mit Sauerstoff zu verbinden bedeutend ist. Ganz dasselbe zeigt sich, wenn man diejenigen Stoffe betrachtet, die ihrer Natur nach dem Sauerstoff ähnlich sind, wie z. B. Chlor, Brom, Jod und Fluor, trotzdem haben sie nicht das Bestreben sich mit dem Sauerstoff zu verbinden; im Gegentheil, sie ersetzen unter gewissen Umständen oft den Sauerstoff, wenn er sich mit einem Metall verbunden hat und füllen so seine Stelle aus. —

Hieraus aber und aus einer ganzen Reihe mannigfaltiger Versuche und Betrachtungen geht mit aller Bestimmtheit hervor, daß die chemische Neigung zweier Stoffe zu einander immer stärker ist, je weniger sie sich in ihrer Natur gleich sind.

Vergleicht man dies aber mit der Elektrizität, so findet man hier ein ganz ähnliches Verhältniß. Ein Kügelchen mit positiver Elektrizität geladen zieht ein zweites Kügelchen mit negativer Elektrizität geladen an, das Ungleiche hat eine Neigung zu einander und sucht sich auf. Dahingegen stößt die gleiche Elektrizität sowol positive wie negative in zwei Kügelchen sich gegenseitig ab. Das Gleiche flieht sich und verbindet sich nicht mit einander.

Nimmt man nun an, daß alle sechzig Urstoffe, wenn

sich zwei und zwei von ihnen berühren, verschiedenartig stark elektrisch werden, so hat man damit die meisten Räthsel der Chemie gelöst.

Wenn sich zum Beispiel ein Atom Sauerstoff und ein Atom Kalium nahe kommen, so braucht man sich nur zu denken, daß es ihnen so ergeht, wie wenn Zink zu Kupfer gebracht wird. Das Atom Sauerstoff wird negativ-elektrisch und das Atom Kalium wird positiv-elektrisch. Sie gleichen hierin zwei Kügelchen, die immerfort entgegengesetzte Elektrizität besitzen und darum ziehen sie sich an und halten sich fest. Sauerstoff und Kalium bringen bei ihrer Berührung die allerstärkste Trennung der Elektrizität hervor, und darum ist die Neigung sich zu verbinden bei ihnen die allerstärkste, die man in der Chemie findet. Will man nun die stärkste Verbindung hervorbringen, so braucht man nur ein Stückchen reines Kalium-Metall an die Luft zu bringen. Es entsteht sofort die heftigste Vereinigung der beiden Stoffe, weil sie bei ihrer gegenseitigen Berührung am stärksten die elektrische Trennung bewerkstelligen.

Sauerstoff mit Natrium-Metall macht es ebenso; aber nicht so heftig. Ein Atom Sauerstoff und ein Atom Natrium bilden nicht einen so starken elektrischen Gegensatz mehr. Das Natrium ist nicht so sehr positiv-elektrisch wie das Kalium. Sauerstoff und Eisen haben auch bei ihrer Berührung entgegengesetzte Elektrizität, aber schon eine bedeutend schwächere; deshalb verbindet sich zwar Sauerstoff mit Eisen, aber nicht so schnell und energisch. Eisen also ist weniger positiv-elektrisch als Natrium. — In dieser Weise nun kann man alle sechzig Urstoffe in eine Stufenreihe bringen, deren erstes Glied Sauerstoff ist als das negativste und deren letztes Glied Kalium ist als das positivste, und man hätte so die Neigung der

Stoffe sich zu verbinden und die verschiedenen Grade dieser Neigung vollständig erklärt, ohne eine andere Kraft zu Hilfe zu rufen als die elektrische Kraft, deren Dasein wir gar nicht bestreiten können.

Wir werden nun zeigen, wie durch diese Annahme nicht nur die chemischen Verbindungen, sondern auch die chemischen Lösungen sich leicht erklärlich und anschaulich machen lassen, vorerst aber wollen wir nur sagen, daß solch eine Stufenfolge, solch eine Anordnung der Stoffe, wie wir sie hier angedeutet haben, von den größten Naturforschern unserer Zeit aufgestellt worden ist und daß man diese mit ziemlicher Sicherheit auch als richtig annehmen kann; allein bis zur wirklichen unumstößlichen Feststellung ist man auch hier noch nicht gelangt, und namentlich deshalb nicht, weil sowol das elektrische wie das chemische Verhalten zweier Stoffe zu einander oft von besonderen Umständen abhängt, die eine Vergleichung mit andern Umständen sehr erschweren. Als Thatsache können wir nur das Eine anführen, daß zwar abweichende Ansichten über das geheime Wesen der Chemie obwalten, daß aber Niemand mehr die innigste Verbindung derselben mit dem Wesen der Elektrizität in Abrede zu stellen wagt.

XXXVII. Erklärung der chemischen Verbindungen und Trennungen nach der elektro-chemischen Lehre.

Mit derselben Leichtigkeit, mit welcher sich die einfache chemische Verbindung zweier Urstoffe erklären läßt, wenn man die Elektrizität als geheime Kraft betrachtet, welche diese bewirkt, mit eben so großer Leichtigkeit erklärt

sich aber auch jede chemische Zersetzung und jede chemische Verbindung höherer Ordnung.

Wir wollen dies wieder an dem bereits bekannten Beispiel zeigen, das wir schon öfter erwähnt haben. Wenn man ein Stückchen Kalium-Metall in ein Glas Wasser wirft, so entreißt das Kalium dem Wasser den Sauerstoff, so daß der Wasserstoff des Wassers in Blasen aus dem übrigen Wasser aufsteigt. Dieser Vorgang ist durch die elektrische Kraft sehr leicht zu bewerkstelligen. Nach den bereits im vorigen Abschnitt angegebenen Versuchen hat man gefunden, daß Kalium der elektrisch positivste aller Urstoffe, während Sauerstoff der negativste ist. Wasserstoff steht so ungefähr in der Mitte zwischen beiden. Im Vergleich mit Kalium ist jedoch Wasserstoff negativ-elektrisch. Bei der Bildung des Wassers hat sich freilich der negative Sauerstoff mit dem ihm gegenüber positiven Wasserstoff verbunden; sowie aber ein Ding hinzukommt, das so stark positiv ist wie Kalium, verläßt der negative Sauerstoff seinen bisherigen nur schwach positiven Gesellen und geht eine neue Verbindung mit dem stärker positiven ein. Gäbe es einen Stoff, der noch negativer elektrisch ist als Sauerstoff, so würde er, wenn er dazu gebracht würde, das Kalium anziehen und den Sauerstoff verdrängen.

In ähnlicher Weise kann man sich jeden chemischen Vorgang erklären, wo immer ein oder zwei hinzukommende Stoffe zu einer bereits fertigen Verbindung die bestehende chemische Anziehung aufheben und eine neue bewirken. In solchem Falle wirkt immer nur der stärkere elektrische Gegensatz zweier Stoffe gegen den schwächeren.

Woher aber, könnte man bei oberflächlicher Betrachtung fragen, woher kommt es, daß ein elektrischer Strom gerade oft eine Trennung einer chemischen Verbindung

hervorruft? Wir wissen, daß, wenn man die Pole einer starken galvanischen Säule in ein Glas Wasser bringt, sich das Wasser in seine Urbestandtheile zersetzt; daß die chemische Verbindung des Wassers aufgehoben wird und in geeigneten Apparaten gezeigt werden kann, wie die elektrische Strömung dem Wasser einerseits Sauerstoff und andererseits Wasserstoff entreißt. Wie, könnte der Uneingeweihte fragen, wenn die chemische Verbindung nur auf der Kraft der Elektrizität beruht, so müßte ja ein elektrischer Strom, durch das Wasser gehend, dieses nur noch fester verbinden und nicht die Verbindung stören?

Zur Beantwortung dieser Frage braucht man sich nur zu erinnern, daß die Pole einer galvanischen Säule entgegengesetzt elektrisch sind. Der Pol, der am Zink angebracht ist, besitzt positive Elektrizität; der Pol, der am Kupfer angebracht ist, besitzt negative. Nun aber besteht Wasser ebenfalls nur aus zwei entgegengesetzt elektrischen Atomen, die sich angezogen haben. Der negative Sauerstoff hat den positiven Wasserstoff angezogen. Bringt man nun beide Pole der Säule hinein, so zieht, wenn die galvanische Säule stark ist, also auch die Pole bedeutende elektrische Kraft besitzen, der positive Pol der Säule das negative Atom des Wassers an sich; während der negative Pol der Säule das positive Atom des Wassers anzieht. Es begiebt sich demnach der negative Sauerstoff zum positiven Pol und der positive Wasserstoff zum negativen Pol der Säule, wodurch die Trennung des Wassers bewirkt wird. —

Betrachtet man das, was hierbei vorgegangen ist, aufmerksamer, so sieht man ein, daß die stärkere Elektrizität der galvanischen Säule die schwächere Elektrizität, welche das Wasser bildete, aufgelöst hat. Das negative Atom Sauerstoff verließ darum das positive Atom Wasserstoff,

mit welchem es verbunden war, weil der Zinkpol der galvanischen Kette noch elektrisch positiver; und eben so verließ das positive Atom Wasserstoff das mit verbundene negative Atom Sauerstoff, weil es einen noch negativern Körper vorfand, zu dem es hingezogen wurde, nämlich den Kupferpol der galvanischen Säule.

Ganz wie es dem Wasser ergeht, so ergeht es allen chemischen Flüssigkeiten. In allen Fällen begiebt sich der positiv-elektrische Theil der Flüssigkeit zum negativen Pol und der negativ-elektrische Theil der Flüssigkeit zum positiven Pol der galvanischen Kette, und wenn diese Pole dazu eingerichtet werden, entsteht sogar eine wirkliche Ablagerung der chemisch aufgelösten Stoffe an den Polen der Säule, so daß man auf galvanischem Wege Gold, Silber, Kupfer oder sonst irgend welche Stoffe, die in Flüssigkeiten aufgelöst sind, an den betreffenden Polen der galvanischen Kette ansammeln kann.

Hierauf beruht eine der interessantesten Erfindungen der neueren Zeit, die Galvano-Plastik, welche wir unsern Lesern vorführen und so angeben wollen, daß Jedermann, dem es Vergnügen macht, eine Anleitung zu eigenen Versuchen derart erhalten wird. Eine solche Beschäftigung, die wenig Zeit, sehr wenig Mühe und auch nur sehr wenig Geld kostet, hat das Angenehme, daß man spielend dabei viel lernen kann und daß sie anregt zu weiterem Nachdenken und weiterem Forschen!

XXXVIII. Die Galvano-Plastik.

Nachdem man bereits lange wußte, daß alle chemischen Flüssigkeiten durch die Pole einer elektrischen Kette

derart zersetzt werden, daß der positive Bestandtheil der chemischen Flüssigkeit, wie etwa ein Metall, sich an den negativen Pol ansetzt, während der negative Bestandtheil der Flüssigkeit sich zum positiven Pol hin begiebt, kam zuerst der französische Naturforscher de la Rive im Jahre 1836 auf den Gedanken, daß man dadurch Metall-Niederschläge in beliebiger Form aus metallischen Auflösungen herstellen könnte.

Kurze Zeit darauf entdeckte Professor Jacoby in Petersburg, wie man diesen Umstand zu wichtigen praktischen Zwecken benutzen kann und nannte seine neue Entdeckung, die mit Recht viel Aufsehen machte: Galvano-Plastik. Ein Zweig der Galvano-Plastik ist die galvanische Versilberung und Vergoldung, die jetzt bereits so außerordentlich gebräuchlich ist, daß sie von vielen Tausenden mit Erfolg als Gewerbe betrieben wird.

Die Galvano-Plastik wird im Großen schon in so ausgedehntem Maße betrieben, daß man durch dieselbe riesige metallene Standbilder, die man sonst nur durch den Guß herstellen konnte, anfertigt; man kann sich aber einen Apparat im Kleinen herstellen, welcher eine eben so unterhaltende wie belehrende Beschäftigung gewährt.

Zu diesem Zwecke läßt man sich von einem gewöhnlichen Lampen-Zylinder ein Stück von ungefähr 3 Zoll Länge abschneiden und bindet über das eine offene Ende ein Stück Kalbsblase, so daß man einen Becher hat, dessen Boden aus Thierblase besteht. Ein paar Drähte, die man um den Becher bindet, richtet man so ein, daß man den Becher in ein gewöhnliches Bierglas hineinstellen kann, ohne daß er den Boden des Glases berührt, und daß er an den Drähten vom Rande des Glases getragen wird. Nun schüttet man in das Bierglas eine Auflösung von Kupfervitriol und in den Zylinder, der im Glase hängt,

Wasser, in welches man einige Tropfen Schwefelsäure gegossen hat. Sodann biegt man ein Stück Kupferdraht so, daß ein Ende desselben in das Bierglas taucht und das andere Ende in den Zylinder. Bringt man nun an dem Ende, das in den Zylinder getaucht wird, ein Stück Zink an, so entsteht ein elektrischer Strom an der Stelle, wo Zink und Kupfer sich berühren und dieser Strom, der durch die Flüssigkeit und die Thierblase wie durch den Draht zirkulirt, ist stark genug, um die Auflösung von Kupfervitriol, die im Bierglase ist, zu zersetzen und das in ihr enthaltene metallische Kupfer an den in die Flüssigkeit tauchenden Draht abzulagern.

Läßt man diesen Apparat ein paar Tage so stehen, so setzt sich an den Draht, der in das Bierglas hineinragt, all' das Kupfer an, das in der Auflösung von Kupfervitriol vorhanden ist. Bringt man aber an dem Draht irgend eine Form an, z. B. einen Abdruck einer Medaille in Wachs oder Stearin und überzieht den Abdruck mit einer feinen Schicht Graphit oder Bronze-Pulver, während man den Kupferdraht, so weit er in die Flüssigkeit taucht, mit Wachs überzieht, so legt sich das Kupfer aus der Auflösung an die Form an, und man erhält nach einigen Tagen einen außerordentlich getreuen Abklatsch der Medaille. —

Wer sich das Vergnügen bereiten will, solch einen Versuch anzustellen, der wird von selber auf einzelne Vortheile und beliebige Abänderungen in der Einrichtung kommen und wird sicherlich viel Gelegenheit zur Selbstbelehrung haben, wenn er die richtige Erklärung dieser interessanten Erscheinung sich merkt.

Diese Erklärung ist folgende.

Kupfervitriol ist eine chemische Verbindung von Schwefelsäure und Kupfer; es führt in der Wissenschaft den Namen

„schwefelsaures Kupferoxyd" und ist bei jedem Droguisten zu haben. Dieses Salz von blauer Farbe kann man in Wasser auflösen und thut man dies, so hat man in dem blauen Wasser eigentlich Atome von Schwefel, von Sauerstoff und von Kupfer. Durch den Kupferdraht und durch das Zinkstück an dem einen Ende, das man in das schwach eingesäuerte Wasser eingetaucht hat und durch das zweite Ende Kupferdraht, das man in die Auflösung von Kupfervitriol taucht, wird ein elektrischer Strom erregt. Die Quelle dieser erregten elektrischen Strömung ist die Stelle, wo Zink und Kupfer sich berühren. Das Zink wird positiv-elektrisch und das Kupfer negativ-elektrisch. Da aber sowol das Zink wie das Kupfer in chemischen Flüssigkeiten sich befinden, so zieht das positive Zink den negativen Sauerstoff aus dem Wasser an und bildet mit der vorräthigen Schwefelsäure eine Verbindung, welche schwefelsaures Zink-Oxyd heißt, das sich im Wasser auflöst. Der Kupferdraht dagegen ist der negative Pol der Kette; da er sich aber in der Flüssigkeit, wo das Kupfer aufgelöst ist, befindet und diese Kupferatome positiv elektrisch sind, so werden sie von dem negativen Pol angezogen und bilden dort nach und nach metallisches Kupfer, das sich je nach den Formen, die man ihm bietet, ansetzt.

XXXIX. Von der galvanischen Versilberung.

Ganz auf demselben Prinzip wie die Galvano-Plastik beruht die galvanische Versilberung und Vergoldung, die im Großen so außerordentlich stark getrieben wird, daß andere Arten von Versilberungen und Vergoldungen fast ganz abgekommen sind. Es gewährt aber auch im Kleinen einen lehrreichen Genuß, sich solch einen Apparat selber

einzurichten und deshalb wollen wir hierzu die Anleitung geben, in der Hoffnung, daß Jeder, dem eine Beschäftigung derart Vergnügen macht, von selber hinter die kleinen Kunstgriffe und Verbesserungen kommen wird, wenn er nur aufmerksam den Vorgang betrachtet.

Um auf galvanischem Wege versilbern zu können, ist es nöthig, daß man eine Flüssigkeit herstelle, die hierzu anwendbar ist, und das ist eben nicht leicht. Wer sich das recht bequem machen will, der braucht nur ein viertel Loth Cyan-Silber zu kaufen, das hier in Berlin in allen Apotheken zu haben ist, welche Materialien für Daguerreotypisten liefern. Dieses Cyan-Silber schüttet man in ein Quart destillirtes Wasser, worin es sich auflöst und man hat somit die gewünschte Flüssigkeit, um ein Dutzend neusilberne Theelöffel recht stark zu versilbern. — Allein es ist sehr lehrreich, sich diese Flüssigkeit selber zu bereiten, denn bei dieser Gelegenheit hat man nicht nur Stoff zum Nachdenken, sondern auch zum Erkennen der chemischen Vorgänge aus eigener Anschauung — und das ist immer die erfolgreichste und leichteste Art, sich in die Chemie einigermaßen hinein zu arbeiten.

Man nehme ein halbes Loth altes Silber und klopfe es mit einem Hammer so dünn, daß man es bequem mit einer Scheere zerschneiden kann. Die dünnen zerschnittenen Stückchen Silber thue man in ein Fläschchen und gieße reine Salpetersäure darauf. Je dünner das Silber geklopft ist, desto schneller löst sich dasselbe in der Salpetersäure auf. Wenn das Silber chemisch-reines war, so bleibt die Flüssigkeit weiß, war das Silber aber, wie das fast immer der Fall ist, mit Kupfer vermengt, so wird die Flüssigkeit blau-grün aussehen. Sobald das Silber vollständig aufgelöst ist, was oft erst in einigen Tagen der Fall ist, so schütte man die Flüssigkeit in ein Bierglas

und gieße ungefähr ein halbes Glas destillirtes Wasser dazu. Sodann schütte man in ein anderes Bierglas eine Hand voll Kochsalz und gieße ein halbes Glas Wasser darauf und warte bis das Salz sich aufgelöst hat. Wenn dies geschehen ist, so schütte man die Silberauflösung in das Salzwasser und man wird ein Schauspiel eigener Art haben.

Es wird sich nämlich jeder Tropfen Silberauflösung, der in's Salzwasser kommt, in eine Art käsige Flocken verwandeln und auch wie frischer weißer Käse zu Boden sinken. Hat man die ganze Silberauflösung hineingeschüttet, so warte man so lange, bis sich der sogenannte Käse völlig gesetzt hat, und das darüberstehende Wasser recht klar ist. Ist dies der Fall, so gieße man vorsichtig das Wasser fort und gebe Acht, daß man nichts von dem Käse fortschüttet, denn in diesem Käse eben steckt, wie wir sehen werden, das kostbare Silber.

Obgleich noch immer nicht die nöthige Flüssigkeit fertig ist, so wollen wir uns doch einmal umsehen, was denn eigentlich bisher mit dem Silber vorgegangen ist und die Verwandlungen, die man mit demselben vorgenommen, etwas genauer kennen lernen.

Das Silber hat sich in der Salpetersäure aufgelöst; aber nicht aufgelöst wie Zucker im Wasser, sondern die Auflösung ist eine *chemische*. Man kann sich hiervon durch folgenden Versuch überzeugen. Stellt man Zuckerwasser über Feuer oder in eine heiße Ofenröhre und läßt das Wasser verdampfen, so erhält man den Zucker wieder, wie er früher war. Thut man dasselbe mit der Salpetersäure, so erhält man nicht etwa das Silber wieder, sondern es zeigen sich Krystalle, die wie Salz aussehen und den Namen „salpetersaures Silberoxyd" führen. Das Silber nämlich hat aus der Salpetersäure Sauerstoff in

sich aufgenommen, und wurde Silberoxyd, oder wenn man einen bekannteren Namen dafür will, es wurde Silberrost. Dieses Silberoxyd aber hat sich in der übrigen Salpetersäure aufgelöst und wurde nun eine Art Salz. Durch Abdampfen der übrigen Salpetersäure kann man dies Salz, das wir Silbersalz nennen wollen, rein erhalten, und wenn man dieses schmilzt und erkälten läßt, so giebt es den bekannten Höllenstein, den man in der Medizin vielfach braucht.

Zu unserm Zweck ist das Herstellen des Silbersalzes nicht weiter nöthig, wir haben vielmehr das salpetersaure Silberoxyd sammt der überflüssigen Salpetersäure in eine Auflösung von Kochsalz geschüttet und daraus den weißen Käseniederschlag erhalten.

Hierbei ist Folgendes vorgegangen.

Das Kochsalz ist, wie wir wissen, ein chemisches Ding; es besteht nämlich aus einem Metall, das den Namen Natrium hat, und aus einer Luftart, die den Namen Chlor führt. Kochsalz heißt deshalb in der Wissenschaft Chlor-Natrium. In dem einen Glase also war Chlor und Natrium in Wasser aufgelöst; sobald man zu demselben salpetersaures Silber geschüttet, so geschieht augenblicklich eine Trennung der alten chemischen Verbindungen und es tritt eine neue ein. Das Natrium verläßt den Chlor und verbindet sich mit der Salpetersäure, dadurch wird einerseits das Silber und andrerseits das Chlor frei, und diese beiden Stoffe, die eben erst ihre Freiheit erlangt haben, besitzen gerade deshalb die heftigste Begierde, sich zu verbinden und bilden Chlor-Silber.

Und dies ist eben der weiße käsige Niederschlag, den wir haben entstehen sehen; er heißt Chlor-Silber.

XL. Von der Bereitung der Versilberungs-Flüssigkeit.

Das Chlor-Silber, das wir nun in der Form eines käsigen Niederschlages besitzen, muß noch weiter chemisch behandelt werden, um aus demselben die Flüssigkeit herzustellen, die zum Versilbern gebraucht werden kann. Wir wollen jedoch die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, ohne einen Blick seitwärts auf das zu werfern, was wir mit dem Wasser fortgeschüttet haben. Hat dies auch keinen reellen Werth für uns, so ist doch gut zu wissen, was man eigentlich unter Händen gehabt hat.

Das Wasser, das man abgegossen hat, bestand erstens aus dem Wasser, worin das salpetersaure Silber aufgelöst gewesen und zweitens aus dem hinzugegossenen Salzwasser. Nun aber enthält der käsige Niederschlag, den wir jetzt zurückbehalten haben, nur Chlor-Silber, das heißt nur Chlor, welches im Glas Salzwasser gewesen ist und Silber, welches im ersten Glase war. Im Salzwasser war aber außer Chlor noch Natrium, denn Kochsalz besteht aus Chlor und Natrium und im ersten Glase war außer Silber noch Salpetersäure enthalten. Es läßt sich also ohne weiteres einsehen, daß in dem Wasser, das wir fortgegossen haben, Natrium und Salpetersäure gewesen sein muß; da sich diese aber chemisch verbinden, so bilden sie salpetersaures Natron, welches in dem überschüssigen Wasser aufgelöst, für unsere Augen unmerklich ist. — Würde man dieses Wasser nicht fortgießen, sondern in einem Glase auffangen und über Feuer oder in einer heißen Ofenröhre verdampfen lassen, so würde man finden, daß wirklich eine Art Salz zurückbleibt, das dem Kochsalz durchaus nicht gleich, sondern von anderen Eigenschaften ist und weil es würfelartig aussieht „kubischer Salpeter" genannt wird.

Nunmehr wollen wir zum Chlor-Silber zurückkehren, das wir benutzen wollen.

Wir müssen mit demselben noch eine Operation vornehmen; aber wir rathen Jedem, der im Umgehen mit giftigen Dingen nicht recht Bescheid weiß, lieber in eine Apotheke zu gehen und das, was er zu thun hat, dort bewerkstelligen zu lassen. Man braucht hierzu nämlich einen Stoff, der äußerst giftig ist, da schon ein Krümelchen davon, das an eine wunde Stelle der Haut kommt, im Stande ist, den Tod herbeizuführen. Dieser Stoff heißt Cyan-Kalium.

Was Kalium ist, wissen unsere Leser bereits. Es ist ein Metall, welches so ungeheure Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, daß man es garnicht davor hüten kann. Dieses Metall geht auch eine Verbindung mit einem eigenthümlichen giftigen Gas ein, welches Cyan heißt, und eine Art Räthsel in der Chemie ist. Cyan nämlich besteht aus Kohlenstoff und Stickstoff, ist also ein zusammengesetzter Stoff und spielt ausnahmsweise in der Chemie die Rolle eines einfachen Stoffes und verbindet sich chemisch fast mit allen Metallen. Das Cyan hat große Neigung, sich mit Wasserstoff zu verbinden und bildet mit diesem die furchtbare Blausäure, deren Geruch schon tödtlich wirkt. Wir haben hier ein Beispiel, wie der unschädliche Kohlenstoff, der eben so unschädliche Stickstoff und der in jedem Glase Wasser massenweis von uns verschluckte Wasserstoff in chemischer Verbindung das furchtbarste Gift erzeugen, das man in der Welt kennt!

Das Cyan aber ist es, das wir brauchen, und zwar nimmt man zu einem halben Loth Silber etwa fünf Loth Cyan-Kalium. Dieses löst man in destillirtem Wasser auf und schüttet das Chlor-Silber hinein und man wird sofort sehen, wie nach einigem Schütteln das käsige Chlor-

Silber sich auflöst und man bald eine farblose Flüssigkeit vor sich hat, die nicht im Entferntesten durch ihr Ansehen verräth, daß hier so viele verschiedene Stoffe darin sind.

In dieser Flüssigkeit, die wir nun bald gebrauchen werden, sind nicht weniger als zwei Metalle vorhanden und außerdem noch zwei, eigentlich drei Stoffe. Erstens ist, wie wir wissen, Silber da; zweitens steckt auch Kalium darin, drittens befindet sich hier auch Chlor und endlich viertens Cyan, oder eigentlich viertens und fünftens: Kohlenstoff und Stickstoff.

Was aber machen diese vier oder gar fünf Stoffe darin?

Das wollen wir gleich sehen.

Das Cyan ist, wie wir wissen, früher mit dem Kalium verbunden gewesen. Nun ist Kalium der elektrisch positivste Stoff, den wir kennen und Chlor ist sehr negativ-elektrisch. Schüttet man daher das Chlor-Silber in die Lösung von Cyan-Kalium, so verbindet sich sofort das Chlor mit dem Kalium, während das Silber sich mit dem Cyan verbindet.

Wir haben also in dem Wasser erstens Cyan-Silber und zweitens Chlor-Kalium. Da dies aber beides Stoffe sind, welche sich im Wasser auflösen, ohne es zu färben, so kann man es dem Wasser garnicht anmerken, was in ihm steckt.

Und dieses Wasser eben ist die Flüssigkeit, die wir benutzen wollen. Man schütte nun noch etwa ein Quart destillirtes Wasser hinzu und bereite sich vor, zur Einrichtung des elektrischen Apparats zu gehen, bei dem wir im nächsten Abschnitt dem Liebhaber sogleich zur Hand sein wollen.

XLI. Einrichtung des Apparats zum Versilbern.

Die Einrichtung des Apparats zum Versilbern ist, wenn man sich's bequem machen will, höchst einfach. Man braucht nur denselben Apparat anzuwenden, den wir bereits bei der Galvano-Plastik beschrieben haben und zwar setzt man zu diesem Zweck den mit Thierblase umbundenen Zylinder wieder in ein Glas, das eine Portion Salzwasser enthält, während man in den Zylinder die Cyan-Silberflüssigkeit gießt. Will man nun etwas versilbern, zum Beispiel einen neusilbernen Theelöffel, so befestigt man diesen an einen Kupferdraht, der an seinem andern Ende an ein Stück Zink gelöthet ist. Das Stück Zink wird ins Salzwasser gesteckt und der Theelöffel in die Cyan-Silber-Lösung. Die elektrische Strömung beginnt nun sofort zu wirken; die Cyan-Silber-Lösung zersetzt sich chemisch und es legt sich das Silber in außerordentlich feiner Schicht sofort an das Neusilber, das hier der negative Pol ist, und überzieht so das Löffelchen, daß es nach einigen Stunden schon ganz silberweiß erscheint.

Wenn das Salzwasser wenig Salz enthält, so geht die Versilberung sehr langsam vor sich; aber sie ist dafür viel reiner und zarter. Am schönsten ist die Versilberung, wenn sie so langsam geschieht, daß 24 Stunden dazu nöthig sind, um eine gehörige Schicht herzustellen. Der versilberte Gegenstand hat dann ein weißes mattes Ansehen, nimmt aber durch Politur, namentlich durch Bearbeiten mit dem Polirstahl den schönen Silberglanz an, der diesem Metalle seinen besondern Werth giebt. Wer mit dem Poliren durch den Polirstahl nicht Bescheid weiß, erreicht auch seinen Zweck durch Putzen mit Schlemmkreide und etwas pariser Roth, obgleich dies nicht jenen tiefen Glanz hervorbringt, der am Silber so gern gesehen wird.

Zur Erklärung des Vorganges brauchen wir nur wenig zu sagen. Durch die Berührungsstelle des Kupferdrahtes und des Zinkes wird Elektrizität erzeugt. Das Zink wird positiv = elektrisch und der Kupferdraht negativ = elektrisch. Da nun der Theelöffel an den Kupferdraht befestigt ist, so wird auch dieser zum negativen Pol. Stellt man nun das Zink in das Salzwasser und den Löffel in die Cyan=Silber=Lösung, so zieht das positive Zink den negativen Bestandtheil aus dem Salzwasser, also das Chlor an sich und bildet Chlor=Zink, für das wir uns beim Versilbern nicht weiter interessiren. Der Theelöffel dagegen, der negativ=elektrisch ist, zieht aus der Cyan=Silber=Lösung den positiven Bestandtheil an, und dies ist das Silber, woher dann die Silberschicht rührt, welche sich auf dem Löffel anlegt.

Diese Art zu versilbern ist sehr einfach und gewährt viel Vergnügen; aber wir rathen jedem Liebhaber zu einer Erweiterung des Apparats, welche sehr viel Interessantes an sich hat und wobei man eine neue Erscheinung kennen lernen wird.

Die Erweiterung besteht in Folgendem:

Man fülle den bewußten Zylinder mit Kupfervitriol und stelle ein Stück Kupferblech hinein. Das Glas fülle man mit Wasser, worin man drei bis vier Tropfen Schwefelsäure geschüttet, stelle den Zylinder in das Glas und thue in das Glas ein Stück Zink. An dieses Stück Zink und ebenso an das Stück Kupferblech befestige man einen dünnen Kupferdraht von beliebiger Länge, so daß man die Enden beider Drähte, die die Pole eines galvanischen Apparats sind, beliebig in ein geeignetes Gefäß eintauchen kann, worin man die Versilberung vornehmen will.

Nehmen wir an, daß man einen neusilbernen Eßlöffel versilbern will, so schüttet man die Cyan = Silber = Lösung

in ein Gefäß, worin der Löffel bequem liegen oder hängen kann, ohne aus der Lösung hervorzuragen. Der Löffel wird nun an dem einen Kupferdraht befestigt, der an dem Kupfer des galvanischen Apparats angelöthet ist, also am negativen Pol. An dem positiven Pol des Apparats aber befestige man ein beliebiges Stück reines Silber und nun stelle man beides, den Löffel, der sich versilbern soll und das Stück Silber in die Cyan-Silber-Flüssigkeit, jedoch so, daß sie sich nicht berühren.

Auch hier geht die Versilberung wie bei der obigen Einrichtung vor sich; allein es geschieht noch ein zweites dabei, das höchst interessant ist. Während bei der obigen Einrichtung die Cyan-Silber-Lösung fortwährend schwächer wird, je mehr Silber sich an dem Löffel abgelagert hat, ist es bei dieser Einrichtung nicht der Fall. Die Lösung bleibt unendliche Zeiten immer in derselben Stärke, ohne daß sie erneuert wird. In großen Versilberungsanstalten in Berlin erhält man in solcher Weise die Lösung monatelang in gutem Zustande, ohne daß man sie zu erneuern braucht.

Wie aber geht dies zu?

Die Sache ist ganz einfach. Am negativen Pol setzt sich aus dem Cyan-Silber das Silber ab, weil das Silber positiv-elektrisch ist. Nun ist aber Cyan negativ-elektrisch und dies wird vom positiven Pol angezogen. Da nun am positiven Pol ein Stück Silber steckt, so kommt hier Cyan zum Silber und es bildet sich da netto so viel Cyan-Silber, wie am negativen Pol zerlegt wird. Das Stück Silber am positiven Pol wird auch dadurch aufgezehrt und muß daher ersetzt werden. Thut man dies aber, und nimmt man es nur groß genug, so zehrt sich am positiven Pol netto so viel ab, wie sich am negativen Pol ansetzt. Mit Recht also kann man sagen, daß der

elektrische Strom eine Wanderung des Silbers vom positiven zum negativen Pol hervorbringt. Und dies zu beobachten ist ebenso interessant wie lehrreich.

XLII. Etwas von der galvanischen Vergoldung.

Manchem denkenden Leser, der in der Chemie nicht Bescheid weiß, möchte sich leicht die Frage aufdrängen, wozu stellt man bei der galvanischen Versilberung erst Cyan-Silber her, weshalb benutzt man nicht die salpetersaure Silberauflösung zu demselben Zweck? Die salpetersaure Silberauflösung läßt sich ja mit Wasser verdünnen und so hätte man ja bereits eine wässerige Flüssigkeit, worin der eine Stoff, das Silber, positiv-elektrisch und der andere, die Salpetersäure, negativ-elektrisch ist; warum steckt man nicht die Pole eines galvanischen Apparats in die Lösung und läßt die Versilberung in dieser vor sich gehen?

Die Antwort hierauf ist folgende.

Die Salpetersäure, welche Silber auflöst und sich dabei mit demselben verbindet, hat noch größere Neigung, sich mit Kupfer zu verbinden, und wollte man die Pole des galvanischen Apparats in die salpetersaure Silberlösung stecken, so würde man statt der Versilberung eine ganz andere Geschichte hervorbringen. — Wer Gelegenheit dazu hat, der mache sich das Vergnügen einmal, in ein wenig Auflösung von salpetersaurem Silber ein Streifchen Kupferblech hineinzustellen und er wird ein Schauspiel eigener Art vor sich sehen, das ihn mehr belehren wird als viele Worte es vermögen. Vor seinen Augen nämlich wird sich in der hellen klaren Flüssigkeit an dem blanken

Kupferstreifen eine Art Pelz anlegen und immerzu wachsen, während die Flüssigkeit blaugrün wird. Schüttelt man den Kupferstreifen, so fällt der Pelz ab und es legt sich dann ein neuer an, bis endlich eine ziemliche Masse dieses Pelzes sich sammelt und zu Boden fällt, worauf dann diese Erscheinung aufhört.

Was aber ist hier eigentlich vorgegangen?

Der Vorgang ist einfach folgender.

Kupfer ist zwar, wie wir schon wissen, gegen Zink negativ-elektrisch, allein im Vergleich mit Silber ist es ein wenig positiver-elektrisch als das Silber. Steckt man nun den Kupferstreifen in die salpetersaure Silber-Flüssigkeit, so verdrängt das positivere Kupfer das weniger positive Silber. Es verbindet sich daher die Salpetersäure mit dem Kupfer, und wo bleibt das Silber? Es wird verdrängt aus der Verbindung und tritt als feine Stäubchen wieder metallisch auf und zwar legt es sich als Pelz an den Kupferstreifen. Es wird demnach aus der wasserhellen salpetersauren Silberauflösung eine blaugrüne salpetersaure Kupferauflösung und das Silber fällt in feinen Stäubchen zu Boden. Beiläufig wollen wir hier nur erwähnen, daß man in dieser Weise das Silber sammeln, waschen und reinigen kann, so daß man es nachher zwar nicht in Stücken, aber doch in Pulverform wieder hat, ohne daß dessen Werth irgendwie verloren hätte.

Es wird nun Jeder einsehen, daß man die salpetersaure Silberlösung nicht zum Versilbern anwenden kann, weil die Kupferdrähte des galvanischen Apparats, wenn sie in diese Flüssigkeit eingetaucht werden, das Silber verdrängen und als Pulver zu Boden fallen ließen. Dieserhalb muß man erst das Cyan-Silber herstellen.

Die Vergoldung ist eigentlich noch interessanter als die Versilberung, weil der vergoldete Gegenstand nicht

polirt zu werden braucht, sondern durch leises Putzen schon den schönsten Glanz erhält. Auch muß man nicht glauben, daß die Vergoldung theuer ist. Man kann mit für einen Thaler Gold eine Unmasse von Schmucksachen auf's schönste vergolden. Zu diesem Zweck wirft man ein Stückchen reines Dukatengold in „Königswasser", das ist eine in jeder Apotheke käufliche Mischung von Salzsäure und Salpetersäure. In dieser Flüssigkeit löst sich das Gold auf und wenn man dann die Flüssigkeit abdampft, so bleibt ein Salz von feinen gelben Stäubchen zurück, welche Chlorgold sind, denn Salzsäure besteht aus Chlor und Wasserstoff, und das Gold geht bei der Auflösung eine Verbindung mit dem Chlor ein. Das Chlorgold wird nun in destillirtem Wasser aufgelöst und tropfenweise in eine Cyan-Kalium-Lösung geschüttet, wodurch die eigentlich zu brauchende Flüssigkeit entsteht, nämlich die Cyan-Gold-Flüssigkeit.

Diese Flüssigkeit, die man auch in einer Apotheke oder von einem Chemiker machen lassen kann, weil es nicht gerathen ist, daß Unerfahrene die Zubereitung vornehmen, besteht am besten so, daß man auf einen Theil Gold zehn Theile Cyan-Kalium und hundert Theile destillirtes Wasser anwendet. Beim Vergolden verfährt man eben so wie bei dem Versilbern, und hängt man an den negativen Pol den zu vergoldenden Gegenstand und an den positiven Pol ein Stückchen echtes Blattgold, so behält die Flüssigkeit immerfort ihre Kraft und es wandert auch hier das Gold vom positiven zum negativen Pol hin.

XLIII. Merkwürdige neue Versuche.

Die Versuche, durch Elektrizität chemische Wirkungen hervorzubringen, welche in neuester Zeit in Paris angestellt worden sind, haben ein so auffallendes Resultat geliefert, daß sie fast wie eine Fabel klingen, weshalb wir die berühmten Namen der Forscher hier nennen müssen, um nicht bei einzelnen Lesern in den Verdacht zu verfallen, daß wir ihnen ein Märchen aufbinden wollen.

Der englische Naturforscher Davy, dem die Wissenschaft ganz außerordentliche Erfolge verdankt, hat Versuche angestellt, ob der elektrische Strom im Stande ist, die chemischen Stoffe aus dem eignen Körper des Naturforschers in gleicher Weise zu zersetzen, wie dies in leitenden Flüssigkeiten der Fall ist. Er ging von dem Gedanken aus, daß eben so gut wie an den zwei Polen eines galvanischen Apparats, die ins Wasser getaucht sind, der positive Theil des Wassers an den negativen Pol hingeht, während der negative Theil des Wassers an den positiven Pol sich hinbegiebt, daß dies eben so gut der Fall sein müsse, wenn er einen galvanischen Apparat auf die chemischen Bestandtheile seines Körpers einwirken lasse. Und wirklich gelang es ihm durch genaue Forschungen nachzuweisen, daß dem so ist. Nach Davys Versuchen läßt sich aus dem Körper eines Menschen sowol Phosphorsäure wie Schwefelsäure und Salzsäure durch den galvanischen Strom ausscheiden. —

Diese Entdeckung führte zu weiteren Versuchen, welche Becquerel und Fabré-Palaprat in Paris anstellten und die noch auffallendere Resultate lieferten. Der hauptsächlichste dieser Versuche ist folgender.

Es ist nämlich eine allen Chemikern ganz bekannte Thatsache, daß wenn der chemische Stoff Jod zu irgend

einer Art von Stärkemehl gebracht wird, dies sofort eine blaue Farbe annimmt. Diese Eigenschaft ist so auffallend, daß man dadurch die leisesten Spuren von Jod sofort entdecken kann, wenn man nur ein wenig Stärkemehl zur Hand hat.

Die genannten Forscher haben nun folgenden Versuch angestellt. Es wurden beide Arme eines Menschen vollkommen trocken gemacht, damit die Haut nicht die Elektrizität leiten solle. Sodann wurde auf den einen Arm ein feuchtes Pflaster gelegt, das mit Jod-Kalium getränkt war, das heißt mit einer Auflösung eines bekannten Salzes, das aus einer chemischen Verbindung von Jod und Kalium besteht. Auf den andern Arm brachte man ein Pflaster, das in gewöhnlichen Kleister, also in eine Stärkemehl-Auflösung getaucht war. Nunmehr brachte man an den ersten Arm den negativen Pol eines galvanischen Apparats, während man dessen positiven Pol an das Kleisterpflaster brachte; und schon nach wenigen Minuten wurde das Kleisterpflaster blau!

Woher kam dies?

Auf keinem andern Wege, als daß der elektrische Strom das Jod-Kalium in seine Bestandtheile zerlegte. Kalium, das positiv-elektrisch ist, blieb an dem negativen Pol und Jod, welches negativ-elektrisch ist, ging durch den Körper des Menschen in wenigen Minuten zum positiven Pol und färbte das dort befindliche Kleisterpflaster blau.

Dies heißt aber nichts weniger, als daß es gelungen ist, einen Stoff, einen wirklichen Stoff auf dem Wege des elektrischen Stromes durch den Körper eines Menschen hindurch zu transportiren!

Freilich kann uns das nicht Wunder nehmen, da wir gesehen haben, daß bei der Versilberung das Silber am

positiven Pol sich abzehrt und nach dem negativen Pol hinbegiebt. Und wäre das Gefäß eine Meile lang und die beiden Pole ständen an beiden Enden des Gefäßes, es wäre doch dasselbe. Es würde das Silber die Meile weit wandern. Ja, es giebt keine Grenze der Entfernung für diese Kraft; denn es steht fest, daß eine Silberplatte, welche man in Berlin in einem Versilberungsapparat an den positiven Pol hängte, sich auflösen und daß das Silber bis nach Paris wandern würde, wenn der Versilberungsapparat so lang wäre und seinen negativen Pol dort hätte. Es ist also das Transportiren, das wirkliche Transportiren auf elektrisch-chemischem Wege keineswegs neu. Jedoch durch den menschlichen Körper hindurch diesen Transport gehen lassen, das ist eben so neu wie auffallend und verdient nach allen Seiten hin die größte Aufmerksamkeit!

In noch höherem Maße interessant ist ein weiterer Versuch Davys. Er stellte drei Gläser auf den Tisch. In das eine Glas goß er reines destillirtes Wasser; in das zweite Glas goß er eine schwache Ammoniak-Lösung und in das dritte eine Auflösung von schwefelsaurem Natron, das ist das bekannte Glaubersalz. Die drei Gläser wurden durch feine Asbestdochte verbunden, so daß ein elektrischer Strom von Glas zu Glas wandern konnte. Nun brachte er den positiven Pol einer starken voltaischen Säule von 150 Plattenpaaren in das reine Wasser, den negativen Pol tauchte er in das Glaubersalz, und schon nach fünf Minuten entdeckte man, daß in dem Glase, worin früher reines Wasser war, jetzt Schwefelsäure sei. Der elektrische Strom hatte das schwefelsaure Natron zersetzt, das positive Natron blieb beim negativen Pol und die negative Schwefelsäure ging hinüber in das Glas Wasser, wo der positive Pol steckte.

Das Wunderbare hierbei ist, daß die Schwefelsäure ihren Transport durch das Glas mit Ammoniak nehmen mußte und nehmen konnte, obgleich das Ammoniak die Schwefelsäure sonst sehr stark bindet.

XLIV. Giebt es viele geheime Kräfte?

Wir haben nunmehr in einer langen Reihe von Abschnitten über die geheimen Kräfte der Natur und auch zugleich von ihrer praktischen Anwendung gesprochen. Jetzt wollen wir nur noch in wenigen Worten einen Rückblick auf diese Kräfte werfen, um sodann mit einer Betrachtung über die Geheimnisse der Natur das Thema zu beschließen.

Es giebt noch Vieles, das der Naturwissenschaft ein Geheimniß ist. Wir fühlen z. B. die Wärme und sehen das Licht, ja wir sind im Stande, Wärme und Licht künstlich zu erzeugen. Gleichwol ist die Wissenschaft über das eine wie über das andere im Dunkeln. Man hat der Natur die Gesetze abgelauscht, wie Wärme und Licht entstehen, wie sie zurückstrahlen, in welcher Weise man sie auffangen, ablenken kann; allein der menschliche Scharfsinn ist noch nicht soweit gelangt über das Wesen des Lichtes und der Wärme einen genügenden Aufschluß zu geben.

In unserer Betrachtung der geheimen Kräfte der Natur haben wir nun eigentlich über Licht und Wärme nicht gesprochen, wir haben uns vielmehr begnügt, nur von jenen Kräften zu sprechen, die allen Dingen in der Welt eigen sind, von den Kräften, die so zu sagen die untrennbaren Eigenschaften der Materie sind, was bei Licht und Wärme nicht sicher der Fall ist.

Aber überblicken wir nur diejenigen Kräfte, welche

wir hier betrachtet haben, so drängen sich unserem Geiste eigenthümliche Betrachtungen auf.

Nehmen wir das kleinste Sandkörnchen, über das unser Fuß verächtlich hinwegschreitet, so müssen wir bei Betrachtung desselben sagen, daß dieses ein großes Kunstgebäude ist, worin eine ganze Reihe von geheimen Kräften wohnt. Ein Sandkörnchen läßt sich nicht leicht zerdrücken und zertheilen, folglich müssen die Atome desselben sich festhalten, folglich muß eine Anziehungskraft in ihm thätig sein. In der Wärme dehnt sich solch ein Körnchen auch aus, folglich muß auch eine Abstoßungskraft in ihm wohnen, die unter Umständen in Wirksamkeit tritt. Solch ein Sandkörnchen übt ohne allen Zweifel auch eine Anziehungskraft in der Entfernung aus, die der Anziehungskraft der Erde, wie der anderen Himmelskörper ganz ähnlich ist, wenn sie auch unendlich schwach gegen diese Kräfte genannt werden kann. Wir müssen also auch sagen, es wohne in diesem Körnchen noch eine besondere Kraft, die Kraft der Massenanziehung.

Seitdem man die Entdeckung gemacht hat, daß nicht Eisen allein magnetisch ist, sondern daß sich Magnetismus fast in allen gründlich untersuchten Stoffen zeige, muß man auch zugeben, daß in demselben Sandkörnchen noch eine andere geheime Kraft neben den übrigen Kräften Platz hat, welche Magnetismus heißt.

Es verräth aber auch solch ein Sandkörnchen elektrische Erscheinungen; und man ist genöthigt anzunehmen, daß sogar noch eine besondere Kraft, die Elektrizität, ihren verborgenen Sitz in diesem engen Raum aufgeschlagen hat.

Endlich ist jedes Sandkörnchen schon ein chemisch zusammengesetzter Körper und nothgedrungen müssen wir daraus schließen, daß auch die chemische Kraft noch in

dem engen Behälter wohne und ihr eigenthümliches Wesen darin treibe.

Und wie es uns mit dem kleinsten Sandkörnchen geht, so geht es uns mit all' und jedem Ding, das wir um uns sehen. Alles ist der Sitz einer Reihe von Kräften, deren Wirksamkeit wir nicht leugnen, deren Wesen aber wir doch nicht ergründen können.

Wollen wir uns auch nicht in die philosophischen Fragen verlieren, die unendlich scharfsinnige Köpfe vergeblich beschäftigt haben, wollen wir auch nicht fragen: was ist denn eigentlich Kraft? was ist denn eigentlich Materie, in welcher die Kraft wohnen soll? Existirt die Kraft auch außerhalb der Materie? oder giebt es vielleicht gar keine Materie, sondern nur Kräfte, die auf unsere Sinne den Eindruck der Materie machen? Wollen wir auch solche Fragen ganz von uns weisen, weil wir ernstlich glauben, daß das jetzige Erkenntniß-Vermögen der Menschen nicht ausreicht, sie zu beantworten — so müssen wir doch die eine Frage in Betracht ziehen, ob diese für unsere Wahrnehmung getrennten Kräfte, welche wir hier vorgeführt haben, wirklich *verschiedene getrennte Kräfte* sind, oder ob sie alle nur Aeußerungen *einer großen allgemeinen Kraft* sind, die wir noch nicht erforscht haben?

Wir können auf diese Frage keineswegs eine zuverlässige Antwort geben; aber es sind Anzeichen vorhanden, daß wirklich die genannten Kräfte alle von einer einzigen Kraft herstammen.

Die Anziehungskraft der Atome hat viele Aehnlichkeit mit der Anziehungskraft der Massen. Die Anziehungskraft der Massen äußert sich ganz nach demselben Gesetz wie die Anziehungskraft des Magneten. Die magnetische Kraft kann durch Elektrizität erzeugt werden und Elektrizität ist höchst wahrscheinlich die Quelle aller chemischen

Erscheinungen. — Dieses aber deutet darauf hin, daß eine Einheit der Kräfte irgendwie vorhanden ist und daß die nächste bedeutende Stufe der Naturwissenschaft die sein wird, wo es dieser gelingt, jene Einheit nachzuweisen.

An Versuchen derart hat es nicht gefehlt; als der sinnreichste derselben erscheint uns eine Arbeit des Professor Pohl in Breslau, der in sehr scharfsinniger Weise den Elektromagnetismus als die Quelle der Bewegungen der Himmelskörper annimmt; allein erschöpfend ist diese Arbeit keineswegs und wir glauben auch, daß es erst noch vieler bedeutenden neuen Entdeckungen bedarf, ehe man an eine solche Arbeit mit Erfolg wird gehen können.

XLV. Schlußbetrachtung.

So sicher wir auch ahnen, daß die von uns betrachteten geheimen Kräfte der Natur nur die verschiedenen Aeußerungen einer einzigen uns noch unbekannten Naturkraft sind, so sehr jedoch müssen wir davor warnen, diese Gesammtkraft auf anderem Wege zu suchen, als auf dem der Beobachtung der Natur und der weiteren Erforschung ihrer bisher entdeckten Gesetze.

Niemals ist die Wissenschaft in tiefere Irrthümer gerathen, als wenn Denker sich eingebildet haben, durch reine Spekulation ihrer Vernunft hinter die Triebfedern der Welt und der Dinge zu kommen; und nirgend hat sich die Wissenschaft früher aus diesen Irrthümern aufgerafft, als bis die getreue fleißige Beobachtung der Natur sich geltend machte und die klügelnden Menschen belehrte, daß sie vor Allem die Welt, wie sie erscheint, kennen zu lernen haben, bevor sie an die Frage gehen: „was die Welt im Innersten zusammenhält.“

Wollte man einmal zusammenstellen, was die größten Philosophen der Welt von Aristoteles bis auf Hegel für Unsinn über die Natur ans Tageslicht gebracht haben, der für Naturphilosophie gelten sollte, so würde man das lustigste und zugleich traurigste Bild von den Irrthümern des menschlichen Geistes vor sich haben; aber es ist doch eine solche Zusammenstellung eine Wohlthat, um dadurch von Spekulationen abzuschrecken, die ohne die genaueste Kenntniß der Natur über dieselbe angestellt werden. Hat ja Hegel, der große Hegel zum Beginn seiner Laufbahn noch den Beweis geführt, weshalb es sieben Planeten geben müsse, und wie sie mit den sieben Farben und den sieben Tönen zusammenhängen. Als später noch bei seinen Lebzeiten elf Planeten gesehen wurden, hat er sich eine Philosophie zurecht gelegt, in die auch die elf hineinpaßten; würde er jetzt noch leben, so wäre er genöthigt, nochmals seine Pläne über die Welt zu ändern und sein System so einzurichten, daß die bis jetzt entdeckten Planeten, die die Zahl vierzig schon übersteigen, darin ihren Platz finden!

Geistesirrthümer dieser Art sind ein gutes Warnungszeichen, daß der Denker nicht all' zu kühn hinausgreife in ein Gebiet, das erst nach und nach und mit der allerernstlichsten Sorgfalt der Beobachtung errungen werden kann, und sich nicht einbilde, Geheimnisse zu erforschen, welche vielleicht erst unsere Enkel oder gar die spätesten Nachkommen zu erforschen im Stande sein werden.

Wer es indessen liebt, über die geheimen Kräfte der Natur nachzusinnen und dem Reiz nicht widerstehen kann, der in dem Vertiefen in diese Beschäftigung liegt, der mag eines nicht unbeachtet lassen, das ihn Bescheidenheit lehren wird; und das eine ist die Betrachtung, mit welcher wir unser Thema begonnen haben.

Er vergesse nicht, daß wir die gesammte Natur nur

durch unsere fünf Sinne wahrnehmen; daß wir von Allem, was sich unseren fünf Sinnen nicht verräth, nicht die leiseste Ahnung haben und haben können; daß aber die wirkliche Natur schwerlich so beschränkt eingerichtet ist, daß nichts in ihr existirt, was wir nicht wahrzunehmen im Stande sind. Wir Menschen sind von Jugend auf gewöhnt, die ganze Welt so anzusehen, als ob sie nur für uns existirte. Wir nennen Pflanzen, die wir nicht essen oder brauchen: Unkraut; Gegenden, wo wir nicht leben können: Wildniß; wir suchen an allen Dingen die Seite auf, die eine Beziehung zu uns hat und vergessen dabei, daß es nicht die Wahrheit der Natur, sondern unsere Selbstliebe ist, die uns solch ein Aburteilen der Welt außer uns eingiebt. Ganz in demselben Maße aber verfahren noch leider die allergescheitesten Menschen mit der Erkenntniß der Natur. Sie vergessen oder fassen den Gedanken nicht, daß in der Natur ohne Zweifel unendlich viele Erscheinungen vorhanden sind, welche für uns nicht existiren, weil uns die Sinne fehlen, durch welche wir sie in uns zur Wahrnehmung bringen können. Sie bedenken nicht, daß wahrscheinlich nur ein sehr kleiner Theil der Natur uns zur Erkenntniß kommt, und nur soweit zur Erkenntniß kommt, soweit uns unsere fünf Sinne einen Eindruck derselben verschaffen, daß also der allergrößte Theil der Natur für uns ein ewig verschlossenes Geheimniß ist, das wir direkt niemals entsiegeln werden.

Die Naturwissenschaft hat aber gleichwol auf ihrem Wege, dem Wege der strengen Beobachtung einzelnen Spuren der Geheimnisse der Natur nachzufolgen versucht und in vielen Beziehungen ist ihr Bemühen mit Erfolg gekrönt worden. Was wir in den vorstehenden Abschnitten unsern Lesern in flüchtigen Umrissen mitgetheilt haben, ist freilich nur gering im Vergleich mit der Aufgabe, die sich

der Wissensdrang der Menschen stellt; aber es ist doch viel im Vergleich zu dem, was die verwichenen Jahrhunderte uns hinterlassen haben. Können wir auch nur in Bescheidenheit hinblicken auf das, was noch zu thun übrig bleibt und was bisher geleistet worden ist, so dürfen wir doch stolz unser Jahrhundert als das erleuchtetste der bisherigen Jahrhunderte der Menschengeschichte bezeichnen und können von uns sagen, daß wir den kommenden Geschlechtern weit mehr von wahrer Erkenntniß hinterlassen, als wir von den vergangenen Geschlechtern geerbt haben.

Deshalb aber ist der nur würdig, ein Genosse unseres Zeitalters genannt zu werden, der sich mindestens eine Anschauung von dem verschafft, was in demselben geleistet wurde. Und wenn unsere Schriftchen eine Anregung hierzu und zur weitern Belehrung über die Natur waren, so haben sie ihrer Aufgabe genügt.

Druck für Duncker & Weidling in Berlin.
F. Weidling.

Naturwissenschaftliche Volksbücher.

Band XII.

Aus dem Reiche der Naturwissenschaft

von

A. Bernstein.

Band VI.

Aus dem Reiche

der

Naturwissenschaft.

Für

Jedermann aus dem Volke

von

A. Bernstein.

Sechster Band.

Von der Entwickelung des thierischen Lebens. — Nutzen und Bedeutung des Fettes im menschlichen Körper. — Nur eine Schiebe-Lampe.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
(W. Besser's Verlagshandlung.)
1855.

Von der Entwickelung des thierischen Lebens.

I. Vom Ei und vom Leben.

Wir wollen heute in dem Reiche der Naturwissenschaft ein für unsere Betrachtung neues Gebiet betreten; müssen aber mit einem Ausspruch beginnen, der alt, sehr alt ist, einem Ausspruch, der sich schon bewährt hat, noch ehe ein menschliches Wesen auf der Erde lebte.

Der Ausspruch heißt: Die Vögel kriechen aus den Eiern heraus.

Es ist eine eigenthümliche Art geboren zu werden als Ei; zur Welt zu kommen in einem völlig von allen Seiten verschlossenen Gefängniß. Noch eigenthümlicher ist es, innerhalb dieses Gefängnisses erst geformt und — was man so nennt — belebt zu werden. Am kuriosesten aber ist es, nicht früher die weite Welt betreten zu können, bis man die Mauer des Gefängnisses selber durchbrochen hat und so zu sagen noch vor dem ersten Schritt ins Leben ein ganz gehöriger Ausbrecher werden zu müssen.

Daß dem so ist, weiß freilich alle Welt. Das aber ist nicht Allen bekannt, daß nicht nur Alles, was Federn hat, in solcher Weise verurteilt ist, zur Welt zu kommen, sondern daß Alles, was Leben, Alles, was — so zu sagen

— Odem in sich hat, in ähnlicher Art seinen Ausflug in die Welt macht.

Die Vögel bringen Eier zur Welt, aus welchen sich junge Vögel entwickeln; aber darum sind alle anderen Thiere und auch der Mensch, der sich erhaben dünkt über die Thiere, doch nicht besser daran; denn alles Leben entwickelt sich erst in dem Ei. Selbst diejenigen Geschöpfe, die lebendig zur Welt kommen, haben im Schooß der Mutter in einem Ei, einem wirklichen Ei, sich erst gebildet und genießen nur den Einen Vorzug, in ungelegten Eiern entstanden zu sein.

Viele Mutterthiere bringen die Eier zur Welt und geben ihnen dann nichts mehr als Zeit und höchstens Wärme, um die Entwickelung der Jungen in den Eiern zu befördern; alle übrigen Mutterthiere aber — und der Mensch macht keine Ausnahme — tragen die Jungen in Eihäuten gehüllt mit sich herum, bis sie im Mutterleibe lebendig und lebensfähig für die Welt werden, und entledigen sich dann sowol der Jungen wie auch der Eihäute, in welchen diese gelegen haben.

Vögel, Fische, Insekten u. s. w. werden in Eiern gebildet, die vor ihnen zur Welt kommen; die andern Thiere, die man gewöhnlich Säugethiere nennt, bilden sich in Eihäuten aus, die nach ihnen aus dem Mutterleibe entfernt werden. Und wenn die ersteren Thiere nicht früher ins freie Leben treten, bevor sie nicht die Wände ihres Kerkers durchbrochen haben, so unterscheiden sich die Thiere letzterer Art nur dadurch von ihnen, daß sie durch einen doppelten Kerker durchbrechen müssen, um an die Luft zu kommen: die Kerkerwand ihres Eies und die Pforte des Mutterschooßes.

„Alles Leben entwickelt sich im Ei!“ — Dies ist ein

Lehrsatz, der zwar alt ist, der aber in neuerer Zeit erst recht durch Forschungen bewahrheitet worden ist.

Im Ganzen und Großen hat man zwar schon seit langer Zeit gewußt, daß jedes Thier erst in einem Ei entsteht, welches im Mutterschooß des Leben erweckenden Momentes harrt, um sich zu entwickeln und später in die Welt hinauszutreten. Von selbst verstand es sich also, daß kein Thier geschaffen werden konnte, ohne Eltern, ohne Mutter mindestens, in welcher die Eier des jungen Thieres entstehen. Als jedoch in neuerer Zeit die Infusorien entdeckt wurden, als man mit außerordentlichen Vergrößerungsgläsern sah, wie eine Unzahl von Thierchen in ein wenig Wasser entsteht, welches man auf faulende Pflanzenreste gegossen: da glaubte man gefunden zu haben, daß Thiere auch ohne Eier eines Mutterthieres ins Dasein treten könnten und man wähnte sogar hinter das Geheimniß der ersten Entstehung der belebten Thierwelt gekommen zu sein, von welcher man annahm, daß sie aus zerfallenden Pflanzenstoffen hervorgekrochen sein könnte. Hierdurch aber war der Lehrsatz, daß alles Leben sich im Ei entwickele, erschüttert, denn die Infusorien, so behauptete man, entständen ohne Eier.

So schmeichelhaft dieser Gedanke auch für die Infusorien und für die ersten lebenden Wesen auf der Welt und namentlich für diejenigen Gelehrten war, die hierdurch schon glaubten, von den Geheimnissen der ersten Schöpfung den Schleier hinweggehoben zu haben, so wenig bewährte sich dies durch die Beobachtung. Der vorzüglichste Entdecker vieler Infusorien-Arten und Erforscher ihrer Entwickelung, der Professor Ehrenberg in Berlin, wies vollkommen überzeugend nach, daß aus bewässerten Pflanzenresten keine Thierchen entstehen, sondern daß sie aus den Eiern kriechen, welche auf die Pflanzen von den Eltern

der Thierchen gelegt wurden. Diese Eier, die so außerordentlich klein sind, daß sie nur mit den allerschärfsten Vergrößerungsgläsern gesehen werden, können lange Zeiten auf den Pflanzen liegen, ohne zu verderben; wird aber Wasser über die Pflanzen gegossen, so währt es oft nur wenige Stunden, um aus den Eiern Millionen von Thierchen entstehen zu lassen, die dann freilich wie neue elternlose Geschöpfe erscheinen.

Durch diese Beobachtungen, welche sich bisher immer mehr bestätigt haben, ist der Lehrsatz nunmehr festgestellt worden, daß kein thierisches Leben möglich sei ohne dessen Entwickelung im Ei.

Wie aber entsteht das Leben im Ei?

Diese Frage ist sicherlich die wichtigste Lebensfrage, wenn man auch gegenwärtig meint, daß die wichtigste die orientalische Frage sein muß.

Sei dem aber, wie ihm wolle; wir wollen die orientalische Frage, die den Vordergrund unserer Zeit einnimmt, dort belassen und uns hier im bescheidenen Hintergrund schlichter Belehrung ein wenig von dem Ei und dem Leben zu unterhalten suchen, von einem Thema, das gegenwärtig das bedeutsamste im Bereich der Naturwissenschaft ist.

II. Von dem Studium der Entwickelung des Lebens.

Derjenige Theil der Naturwissenschaft, welcher sich mit der Erforschung des Lebens oder richtiger: mit der Erforschung der Gesetze der lebenden Wesen beschäftigt, heißt die „Physiologie" und ein besonderer, äußerst wichtiger Theil dieser Wissenschaft ist die Lehre von der Ent-

wickelung des Lebens, oder genauer, die Lehre darüber, wie sich ein lebendes Wesen aus dem Ei entwickelt, bis es ein Geschöpf wird, das selbständig sein Leben in der großen Welt antritt.

Die Untersuchung und genaue Beobachtung der Eier, welche außerhalb des mütterlichen Leibes lebendige Wesen in sich entwickeln, ist schon mit großer Schwierigkeit verbunden. Größere Schwierigkeiten noch bietet die Entwickelung der Thiere, die lebendig zur Welt kommen, die also ihr Werden und Leben im Ei noch im verschlossenen Mutterleibe erhalten.

Es ist sehr leicht, sich Frosch-Laich zu verschaffen, das sind die Eier der Frösche, die in großer Zahl im Frühjahr in einer schleimigen Masse auf jedem Sumpfwasser schwimmen und man braucht nicht viel Kunst darauf zu verwenden, um die jungen Frösche daraus hervorgehen zu sehen. Man braucht den Laich nur in einem Glase Wasser ruhig stehen zu lassen und kann das interessante Schauspiel in seiner Stube genießen. Ja, wenn man nur ausharrt, kann man noch mehr sehen, denn man wird dann wahrnehmen, wie der junge Frosch eine Art Fisch mit Vorderfüßen ist; wie er aber, sobald er aus den Flegeltagen hinaus ist, sich vor den Augen des Beobachters nach und nach verwandelt, wie der Schwanz des jungen Frosches verdorrt, trotzdem er im Wasser lebt und sich aus ihm zwei Hinterbeine entwickeln, die noch mehr als gehen, die ganz gewaltige Sprünge machen können.

Die Eier von Fischen, der Rogen, die Eier von Igeln und anderen Wasserthieren sind ebenfalls sehr leicht herbeizuschaffen und im Ganzen ist es auch leicht, sehr unterhaltende Beobachtungen an der Entwickelung derselben zu machen.

Allein diejenigen, die dies nicht als blos interessante

Unterhaltung betrachten, sondern sich die Aufgabe stellen, die Entwickelung des lebenden Wesens aus oder richtiger noch in dem Ei zum ernsten Studium zu machen, die dürfen sich nicht mit leichten Blicken auf die Wunder der Natur begnügen, sondern müssen mit unermüdlicher Sorgfalt und Ausdauer Schritt vor Schritt die Entwickelung belauschen und haben größere Mühe mit einem kaum sichtbaren kleinen Fröschchen, als mancher Vater mit der Erziehung seiner leiblichen Kinder.

Wie aber fängt man es an, um die Entwickelung solcher lebenden Wesen kennen zu lernen, die ihre Entwickelung in einem Ei vollbringen, das vom Mutterleibe umschlossen ist? Der Wissensdurst der Naturforscher hilft sich freilich durch Tödten schwangerer Mutterthiere, und nicht wenige Hunde, Kaninchen und Schweine müssen in den Tod gehen, um dem Menschen die Lehre des Lebens enträthseln zu helfen. Es mag dies grausam sein; allein da Millionen von Thieren einmal das Schicksal haben, den Appetit des menschlichen Magens zu stillen, so dürften diejenigen Thiere noch zu beneiden sein, die nur sterben, um den Appetit des menschlichen Geistes, den Wissensdrang zu befriedigen. — Es reicht indessen selbst die nicht kleine Zahl der Thiere, die in solcher Weise unter den Händen der Naturforscher ihr Leben aushauchen, bei weitem nicht aus, um befriedigende Resultate versprechen zu können, und man ist bei der Erforschung der Entwickelung solcher Thiere, die lebendig zur Welt kommen, auf die Vergleichung hingewiesen, welche sich in den Erscheinungen derjenigen Thiere darbieten, deren Eier außerhalb des Mutterleibes sich zu lebenden Wesen ausbilden.

Nennt man solche Eier die gelegten und die andern, die nicht aus dem Mutterleibe treten, die ungelegten, so kann man von der Wissenschaft sagen: sie beschäftige sich

sehr fleißig mit gelegten Eiern, um sich nicht so eifrig mit ungelegten Eiern beschäftigen zu müssen.

Durch Vergleichung der Beobachtungen bei solchen gelegten und anderen im Mutterthier sich entwickelnden Eiern hat sich die Wissenschaft von der Entwickelung der lebenden Wesen erst recht Bahn gebrochen, wie man denn überhaupt durch Vergleichung der körperlichen Beschaffenheit der Thiere und ihres Lebens mit der körperlichen Beschaffenheit des Menschen und seiner Lebens-Thätigkeit erst in neuerer Zeit im Stande gewesen ist, viele Aufschlüsse zu liefern, die einst die Grundlage einer tüchtigen wissenschaftlichen Heilkunde bilden werden. Die vergleichende Anatomie, die vergleichende Physiologie sind Wissenschaften, die noch sehr jung sind, aber gleichwol bereits Ausgezeichnetes geliefert haben.

Von allen Eiern jedoch, die in solcher Weise der wissenschaftlichen Beobachtung gedient haben, ist keines so fleißig in seiner Entwickelung studirt worden, als das Hühner-Ei.

Und so wollen auch wir die Entwickelung eines Hühnchens im Ei zum Gegenstand unserer Unterhaltung machen und es versuchen, unsern Lesern so deutlich, als es bei einem so schwierigen Thema möglich ist, zu zeigen, ob und wo und wie im Ei ein Hühnchen steckt, woraus es sich entwickelt, wie es sich aufbaut, und auf welche Weise ein Ding, das nur geschaffen scheint um Eierkuchen daraus zu machen, eigentlich den Beruf hat, ein lebendiges Wesen zu werden und auch ein lebendiges Wesen wird, wenn man ihm zwei Dinge gewährt, nämlich dreißig Grad Wärme und einundzwanzig Tage Zeit.

Denn so kurios der Gedanke auch klingen mag, so ist er doch ganz und gar wahr und wahrhaftig: Ein Hühner-Ei nebst dreißig Grad Wärme und einundzwanzig Tagen Zeit ist — ein lebendiges Hühnchen.

III. Die Brütung des Eies.

Also ein Hühner-Ei nebst dreißig Grad Wärme und einundzwanzig Tagen Zeit ist ein lebendiges Hühnchen!

Was ein Hühner-Ei ist, weiß jede Hausfrau oder glaubt wenigstens, es zu wissen. Was dreißig Grad Wärme sind, davon kann man sich leicht einen Begriff verschaffen, wenn man sich den Finger in den Mund steckt, woselbst dieser Grad von Wärme herrscht, und was einundzwanzig Tage Zeit besagen, kann jeder in netto drei Wochen beliebig kennen lernen.

Obwol nun jedes dieser drei Dinge nicht die mindeste Aehnlichkeit mit einem lebenden Hühnchen hat, ist dennoch nichts weiter nöthig, um ein lebendes Hühnchen herzustellen, als eben einem Ei durch einundzwanzig Tage dreißig Grad Wärme zuzuführen.

Schon im hohen Alterthum wußten dies die Menschen. Die Aegypter hatten schon die richtige Vorstellung davon, daß das Huhn, welches Eier ausbrütet, eben nichts thut, als daß es demselben die Wärme des eigenen Leibes verleiht, die ungefähr dreißig Grad beträgt. Mit richtigem Blicke erkannten sie, daß man die Thätigkeit des Bruthuhnes bequem ersetzen kann durch Brütöfen, in welchen man einundzwanzig Tage lang eine Wärme von dreißig Graden künstlich unterhält.

In neuerer Zeit sind die Brütöfen auch bei uns eingeführt worden und hat man bereits begonnen, solche Hühner-Fabriken in großartigem Maßstabe anzulegen. Für wissenschaftliche Zwecke aber sind gegenwärtig Brütmaschinen von beliebiger Größe zu haben und ein Liebhaber solcher interessanten Versuche kann für ein paar Thaler schon eine solche erstehen und selbst in seiner Putzstube das Vergnügen genießen, sich lebendige Hühnchen zu bereiten.

Eine Brütmaschine ist sehr einfach eingerichtet; wenn auch nicht so einfach, wie die Einrichtung, die die Natur selbst veranstaltet.

Die Brüthenne, — das wird wol schon Jeder beobachtet haben — baut sich behufs der Brütung ein Nest aus dürren Zweigen, Strohhalmen und erdigen Bestandtheilen. Sie weiß dies Material vortrefflich zu wählen und nimmt nur solches dazu, das, wenn es einmal erwärmt ist, die Wärme hält, oder wie man dies wissenschaftlich ausdrückt: das Huhn macht sein Nest aus Materialien, die schlechte Wärme-Leiter sind; dazu versorgt die Natur die Brüthenne mit ganz besonders reichhaltigen Federn auf der ganzen unteren Hälfte ihres Leibes. Liegen nun die Eier im Neste, so stopft die Mutterhenne auch wol noch Federn zwischen und um dieselben, um sie noch besser vor dem Erkalten zu schützen, setzt sich darauf und deckt mit ihrer Brust, ihrem Leib und ihren Flügeln die künftigen Geschlechter, die als Eier unter ihr ruhen.

Freilich sind die Eier, die am Rand liegen, nicht so gut gegen das Erkalten geschützt als die, die unter der Brust der Henne in der Mitte des Nestes ruhen. Allein das Huhn weiß seine Sorgfalt sehr gleichmäßig zu vertheilen, und wenn die Eier in der Mitte weiter in der Brütung vorgeschritten sind, schiebt es dieselben an den Rand und legt die bisher dort gelegenen in die wärmere Mitte.

Da all' dies ohne viel Kopfbrechens geschieht und der Henne nicht ein Bischen Nachdenken kostet, so steht es wol fest, daß dies, wie Alles, was die Natur macht, höchst natürlich, das heißt höchst einfach ist, obgleich wir, die klugen Menschen, uns vergebens das Bischen Verstand zersinnen, um es herauszukriegen, wie das Huhn zu all' der Sorgfalt kommt.

Ja, das Huhn versteht sich auch auf die Eier besser als die klugen Menschen. Unbefruchtete Eier entwickeln keine Hühnchen. Mit all' unserm Scharfsinn und all' unsern Beobachtungswerkzeugen und all' unsern Mikroskopen wissen wir's den Eiern nicht abzusehen, ob aus ihnen ein lebendiges Thierchen hervorkommen wird. Das aber steht fest, daß das Huhn schon nach kurzer Brützeit dies sehr wohl merkt und die lebensunfähigen Eier aus dem Neste wirft oder das Nest verläßt, wenn sich darin kein lebensfähiges Ei befindet.

So einfach, so ganz ohne nachzudenken, man möchte sagen so simpel, ist freilich das künstliche Ausbrüten nicht, und es bedurfte mannigfacher Verbesserungen, um sogenannte einfache Brütmaschinen herzustellen. Gleichwol ist deren Einrichtung für den klugen Menschen einfach genug.

Ein kleinerer Blechkasten wird so in einen größern hineingestellt, daß rings um den kleinern ein mäßiger Raum bleibt. In diesen Zwischenraum wird Wasser hineingegossen und ein Thermometer hineingestellt und unter dem großen Blechkasten ist eine Spiritus-Lampe angebracht, durch die man das Wasser immer in einer Wärme von dreißig Grad erhalten kann. Dieses warme Wasser erwärmt nun den in ihm stehenden kleinern Kasten, dessen Raum nun einen gleichen Grad Wärme erhält, und legt man dann auf den Boden dieses kleinern Kastens ein Stück Filz und auf dieses eine Anzahl frischer Eier, so braucht man nur einundzwanzig Tage zu warten und aus den Eiern sind — wenn sie eben gut sind — eben so viele Hühnchen geworden.

Also richtig: Ein Hühner-Ei nebst dreißig Grad Wärme und einundzwanzig Tagen Zeit beträgt netto: ein lebendiges Hühnchen!

Aber *wie* wird das?

Nun das werden wir nach einiger Vorbereitung schon näher betrachten.

IV. Was steckt eigentlich im Ei?

Wenn die Erfahrung nicht den unumstößlichen Beweis lieferte, daß sich aus einem Ding, wie ein Hühner-Ei ist, ein Hühnchen entwickelt, es würde der Verstand der verständigsten Menschen nicht die leiseste Ahnung davon haben.

Es hat eine Zeit gegeben, wo man sich einbildete, daß in einem Ei irgendwo an einer Stelle ein kleines, sehr kleines, unsern Augen unsichtbares Hühnchen schlummere, welches eben nur unter dem Einfluß von Wärme und Zeit zu wachsen und aufzuwachen brauche, um sichtbar zu leben. In jener Zeit machte man sich auch von den Pflanzen eine ähnliche Vorstellung. In einem Apfelkern, so sagte man, stecke ein unsichtbarer, unendlich kleiner Apfelbaum, der eingepflanzt zu einem sichtbaren großen Baume heranwächst; und man glaubte in solcher Weise das Räthsel des Wachsthums erklärt. Ja, man ging noch weiter. Wenn in dem Apfelkern der künftige ganze Baum stecke, so müssen auch die künftigen Aepfel schon in ihm vorhanden sein, und da in jedem dieser Aepfel wieder Apfelkerne sind, die ebenfalls ganze Bäume in sich tragen, so sei eigentlich in jedem Apfelkernchen eine unendliche Reihe von Baumgeschlechtern eingeschachtelt. Man dehnte diese kuriose Vorstellung auf alles in der Welt aus und sah in jedem Ding, das sich entwickeln kann, immer eine Art Einschachtelung, in welcher die ganze Zukunft schlummerte. Diese kuriose Vorstellung wurde die Einschachtelungs-Theorie genannt, die nicht wenig Anhänger unter den Philosophen

zählte, welche sich bekanntlich zu allen Zeiten die weisesten Menschen dünkten.

Allein eine richtigere Einsicht in die Zustände der Natur hat philosophische Weisheiten, oder richtiger, Thorheiten dieser Art, vollständig verwerfen gelehrt. Es ist nicht so, wie sich's die ehemalige Weisheit der Menschen einbildete. In einem Apfelkern steckt kein kleiner unsichtbarer Apfelbaum, sondern etwas anderes, was wir noch später näher kennen lernen werden, und ebensowenig steckt in einem Ei ein kleines Hühnchen, oder gar ein ganzes künftiges Hühnergeschlecht, das bis an's Ende der Welt reicht. —

Wenn man sich ein Ei mit bloßem Auge ansieht, so findet man schon Merkwürdiges genug. Durch Vergrößerungsgläser entdeckt man des Merkwürdigen noch mehr; aber wir dürfen versichern, daß auch nicht einmal die Spur eines kleinen Hühnchens darin zu finden ist, sondern nur ein Keim, der die Fähigkeit hat, sich zu einem Hühnchen zu entwickeln, sobald die Umstände diese Entwickelung begünstigen.

Freilich könnte man uns die Frage zurufen: „Ein Keim? Was ist denn eigentlich ein Keim? Gieb uns für dieses Wort einmal eine richtige, genaue Erklärung!"

Hierauf aber antworten wir: Es kommt uns nicht auf ein Wort und auf eine genaue Erklärung eines Wortes an; sondern wir halten es unsererseits für richtiger, durch die Darstellung thatsächlich zu zeigen, was man in der Wissenschaft einen Keim nennt, oder besser noch, das Ding, woran im Ei die eigentliche Bildung des Hühnchens vor sich geht, und wollen garnicht böse sein, wenn man dann einen passendern Namen für dies Ding finden wollte.

Wir wollen daher ganz ohne zu philosophiren auf die Sache eingehen, denn aufrichtig gestanden, in der Natur-

wissenschaft fängt die Philosophie — und namentlich die deutsche — netto dort an, wo das Wissen aufhört und das ist meisthin gerade an der Grenze, wo die Unwissenheit beginnt.

Sehen wir uns lieber ein Ei an, wie es auswendig und inwendig beschaffen ist; wir werden hieraus so manches Eigenthümliche lernen.

Ein Ei ist bekanntlich länglich gebaut und hat ein breites und ein spitzes Ende. Gar viele werden schon die Probe gemacht haben, daß, wenn man die Zunge an das spitze Ende legt, man eine gewisse Kälte des Eies spürt, während das breite Ende sich mit der Zunge verhältnißmäßig warm anfühlt. Wenn man hieraus schließen wollte, daß das Ei am spitzen Ende kälter sei, als am breiten, so würde man irren. Der Grund hiervon ist vielmehr folgender. Am spitzen Ende liegt das Eiweiß dicht hinter der Schale. Legt man nun die warme Zunge daran, so giebt die Zunge Wärme ab an die Eischale und die Eischale giebt diese Wärme an das Eiweiß. Da hierdurch die Zunge viel Wärme verliert, so entsteht in uns das Gefühl, als ob die spitze Seite des Eies kalt wäre. — Am breiten Ende dagegen ist zwischen der Eischale und dem Eiweiß ein mit Luft gefüllter Raum, den man Luftraum nennt, und den wol Jedermann schon, wenn er harte Eier gegessen, bemerkt hat. Hält man nun die Zunge an die breite Seite, so erwärmt sich die dünne Eischale sehr schnell; die dahinter liegende Luft aber leitet die Wärme nicht fort, weil Luft ein sehr schlechter Wärme-Leiter ist, die Eischale nimmt also sehr bald die Wärme der Zunge an und darum fühlt es sich so an, als ob die breite Seite wärmer wäre als die spitze.

Der Luftraum an der breiten Seite des Eies spielt aber eine wesentliche Rolle, denn das Hühnchen wird, wie

wir sehen werden, mit seinem Schnäbelchen an dem Luftraum liegen und die dort befindliche Luft zuerst einathmen, ja sogar das erste Pipsen des Hühnchens geschieht mit Hilfe dieser Luft, denn es ist von gewissenhaften Beobachtern festgestellt, daß die Hühnchen, noch in der verschlossenen Schale liegend, schon pipsen können.

Wenn wir hinzufügen, daß der an der breiten Seite des Eies liegende Schnabel des Hühnchens den eigentlichen Bruch der Schale macht, um in die Welt hinauszugucken, so wird man den Unterschied der spitzen und der breiten Seite des Eies wol einsehen, denn die breite Seite ist für das Hühnchen gewissermaßen die Pforte, die aus dem Gefängniß führt.

Wir wollen uns aber das Ei noch genauer ansehen!

V. Besehen wir uns ein Ei.

Ein Ei hat, wie Jedermann und am Ende noch besser jede Frau weiß, eine Kalkschale um sich. Diese Kalkschale hat allenthalben außerordentlich feine Löcher, welche man Poren nennt, und durch diese Löcher kann die Luft aus- und eintreten.

Daß in einem Ei Luft enthalten ist, und zwar recht viel Luft, das kann man am besten beobachten, wenn man es in ein hohes Glas Wasser legt und das Glas unter die Glasglocke einer Luftpumpe setzt. Sobald die Luft aus der Glasglocke ausgepumpt wird, tritt die Luft aus dem Ei heraus und steigt in immer größer und größer werdenden Blasen im Wasser auf, so daß es aussieht, als ob das Wasser im heftigsten Kochen wäre.

Auch diese Luft im Ei spielt eine wichtige Rolle bei

der Entwickelung des Hühnchens. Es steht fest, daß Eier, welche man luftdicht verkittet hatte, nicht zum Ausbrüten gebracht werden konnten, trotzdem sonst alle Bedingungen erfüllt waren, die zur Brütung nöthig sind.

Bricht man ein Stückchen von der Kalkschale ab, so bemerkt man eine Eihaut, und giebt man genau Acht, so findet man, daß diese Eihaut doppelt ist. Aus dem vorigen Abschnitt wissen wir bereits, daß auf dem breiten Ende ein Luftraum vorhanden ist; bricht man an der Stelle des Luftraumes die Schale ein wenig ab, so sieht man recht deutlich, daß es zwei Häute zwischen dem Eiweiß und der Schale giebt, wovon die eine Haut an der Schale sitzt, während die andere das Eiweiß bedeckt. Der Luftraum also wird oben an dem breiten Ende des Eies von den zwei Häuten gebildet, die sich hier trennen, während sie sonst allenthalben dicht anliegen.

Durchreißt man nun auch diese Häute, so kommt man auf das Eiweiß. Aber auch das Eiweiß, das wie eine einzige gallertartige Schicht aussieht, ist keineswegs eine einzige gleiche Masse, sondern es liegt dasselbe in einer dreifachen Schicht über dem eigentlichen Kern des Eies, den wir sogleich näher kennen lernen werden.

Die oberste Schicht Eiweiß ist sehr klar und dünnflüssig. Die Hausfrauen, die viel Eier aufbrechen, werden das schon wissen, denn diese erste Schicht fließt ihnen zuerst durch die zerbrochenen Schalen. Dieser Schicht folgt eine zähere, die schon weit mehr Festigkeit hat und sich keineswegs in so feine Fäden zieht, wie die erste. Noch fester ist die dritte Schicht Eiweiß, welche ordentlich klumpenartig herabfällt, wenn die Hausfrauen abwechselnd den Dotter, das Eigelb aus einer halben Eischale in die andere halbe Eischale werfen, um dasselbe ganz vom Eiweiß zu trennen.

Obwol die Hand der Hausfrau hierin oft geschickter ist als die manches Naturforschers, so gelingt ihnen das Kunststück doch nie vollkommen. Es haftet nämlich eine Art dicker gedrehter Eiweißfaden an zwei Seiten an dem eigentlichen Kern des Eies, dem Dotter, fest, und diese Fäden, die am Dotter in zwei Knoten anliegen, welche die Frauen „die Augen" nennen, müssen erst gewaltsam von dem Dotter abgerissen werden, wenn man dasselbe ganz vom Eiweiß befreien will.

Nehmen wir an, man hätte dies gethan und es läge jetzt der Dotter ganz zu unserer Betrachtung vor uns, so gewahren wir vor Allem, daß auch der Dotter seine besondere Haut hat, die seinen Inhalt zusammenhält, wenn man ihn behutsam auf einen Teller legt; sobald aber die Haut zerreißt, so fließt der Dotter aus und zeigt sich noch leichtflüssiger als der festere Theil des Eiweißes.

Legt man den Dotter so vor sich hin, daß die zwei sogenannten „Augen", die Eiweißknoten, zu beiden Seiten sichtbar sind, so vermag man es, den Dotter mit Hilfe eines Löffels in geschickter Hand nach allen Seiten zu wenden, so daß man ihn auch auf der Seite besehen kann, mit welcher er auf dem Teller aufliegt. Dreht man ihn so nach allen Seiten hin, so wird man bald gerade in der Mitte der Dotterkugel ein Fleckchen entdecken, so groß ungefähr wie ein plattgedrücktes Senfkorn.

Und dieses Fleckchen, meine verehrten Leser, wollen wir uns vorerst genau ansehen, denn gerade dieser Flecken ist es, den man den Keimflecken nennt. Er ist so eigentlich das, was sich höchst merkwürdig umwandeln wird. Er ist es auch, der das ganze Ei zur Umwandlung mit sich zieht und wenn man überhaupt sagen kann, es stecke in einem Ei ein Hühnchen, so muß man auch sagen, das Hühnchen stecke eigentlich in diesem unscheinbaren Fleckchen.

Wir werden im Verlauf unserer Darstellung noch recht ausführlich auf diesen Flecken zurückkommen müssen, deshalb wollen wir für jetzt den Flecken Flecken sein lassen und einmal sehen, ob am Ei noch etwas Merkwürdiges zu sehen ist.

Es wird wol schon manchem unserer Leser passirt sein, daß wenn er ein recht hart gesottenes Ei mit einem scharfen Messer durchschnitten, woran das Eigelb nicht anklebt, es ihm so scheint, als ob er betrogen worden wäre, denn es kommt ihm so vor, als ob in der Mitte des Dotters ein Stückchen fehle. Aber er ist im Irrthum. In jedem rechtschaffenen Ei — und die Natur ist immer sehr rechtschaffen in dem, was sie macht — fehlt ein wenig in der Mitte, oder richtiger, befindet sich eine kleine Höhle, und von dieser Höhle aus führt ein Kanal bis hin zu dem Keimfleck.

Das ist es, was man von einem Ei so ungefähr mehr oder weniger genau mit bloßem Auge sehen kann. Nimmt man aber Vergrößerungsgläser zu Hilfe, so gewahrt man noch andere Dinge. Von den wichtigsten, die zur Entwicklungsgeschichte des Hühnchens gehören, werden wir noch später Einiges mittheilen; jetzt wollen wir nur vom Ei berichten, daß man mit dem Mikroskop bemerken kann, wie der Dotter eigentlich eine breiartige Masse ist, welche aus lauter sehr kleinen Körnchen besteht, und zwischen diesen Körnchen schwimmen gelbliche Kügelchen und Fetttröpfchen. An den Kügelchen bemerkt man, daß sie eigentlich hohl, also Bläschen oder Zellen, und daß ihre gelbe Farbe von einem gelblichen Oel herrührt, mit welchem sie gefüllt sind.

Hiernach wissen wir so ungefähr, wie ein Ei aussieht, und können versichern, daß es nicht die geringste Aehnlichkeit mit einem Hühnchen besitzt; nunmehr aber müssen wir

uns auch das Material ansehen, woraus das Ei gebaut ist, denn wenn ein Ei wirklich kein Hühnchen ist, so enthält es doch ganz sicher die Bausteine, woraus Hühner gemacht werden.

VI. Wie die Rechnung genau stimmt.

Wenn wir auch im vorhergehenden Abschnitt angegeben haben, was man alles in und an dem Ei mit dem Auge sehen kann, so müssen wir doch noch einen Schritt weiter gehen und einmal betrachten, aus welchen Materialien solch ein Ei und was man daran sieht, geschaffen ist.

Aus dem Ei, das können uns unsere Leser auf's Wort glauben, wird ein Hühnchen werden, und das Hühnchen wird ganz zuverlässig Blut, Gehirn, Muskeln, Nerven, Knochen, Schnabel, Nägel, Federn und noch eine ganze Masse Dinge haben müssen, die wir alle hier garnicht aufführen mögen. Es werden unsere Leser nun sicherlich einsehen, daß man sich vor Allem die Ueberzeugung verschaffen muß, ob in dem Ei, diesem noch ungebauten Hühnchen, auch alles Baumaterial richtig vorhanden ist für Alles, was das Hühnchen zu haben braucht, denn es wäre ja wirklich ein Mißgeschick, wenn wir gerade das Unglück hätten, ein Ei vor uns zu haben, in welchem das Baumaterial für eines der Augen oder für einen Flügel, oder einen Fuß oder sonst irgend etwas, das dem Hühnchen gebührt, fehlen sollte!

Indessen wollen wir unsere Leser nur von vornherein gleich beruhigen und ihnen vorweg sagen, daß die Rechnung stimmt, daß sie besser stimmt, als alle Baupläne aller Baumeister in der Welt, die sich bekanntlich beim Bau-

anschlag regelmäßig verrechnen und wunderbarerweise niemals zum Vortheil des Bauherrn. Wenn das Ei das Rohmaterial ist, woraus die Natur das Hühnchen baut, so muß man sagen, daß die Natur außerordentlich pünktlich ist, denn wenn das Hühnchen fertig ist, wird nicht ein Bischen daran fehlen und auch nicht ein Krümelchen Ei überflüssig sein, es wird vielmehr nichts da sein, als Schale und Hühnchen.

Wo aber in aller Welt liegen denn im Ei die Nägel, die Federn, die Knochen, der Schnabel, die Galle und dergleichen? Es wird uns doch Niemand einreden wollen, daß man in einem Rühr-Ei eine Partie Federn oder gar bittere Galle verspeist?

Keineswegs! Rühr-Ei ist Rühr-Ei und ist mit Galle und Federn durchaus nicht zu verwechseln; aber dennoch stimmt die Rechnung. Federn sind freilich nicht im Ei, aber es ist das Baumaterial darin, woraus Federn werden und noch viele andere Dinge, die zum Hühnchen gehören.

Darum also thun wir gut, uns von einem Chemiker belehren zu lassen, was an Baumaterialien in dem Ei vorhanden ist und vorhanden sein muß, wenn wir nicht damit angeführt sein wollen.

Schon das Eiweiß enthält ganz kuriose Dinge, die man garnicht in ihm suchen sollte; aber die Chemie, die ganz darauf versessen ist, alles zu untersuchen und die Stoffe in ihren Bestandtheilen herauszufinden, lehrt uns und überzeugt jeden Ungläubigen durch die Thatsachen, daß im Eiweiß Fett und Traubenzucker vorhanden ist und daß ungefähr der fünfzehnte Theil des Eiweißes aus Natron, aus Chlor-Kalium, aus gewöhnlichem Kochsalz und aus Phosphorsäure in Verbindung mit mehreren Erdarten besteht. Aus dem Dotter vermag der Chemiker gar noch

wunderbarere Dinge herauszuziehen, denn außer den genannten Dingen, die im Eiweiß vorhanden sind, ist hier noch ein Stoff, der Käsestoff heißt und wirklich derselbe ist, der das Wesentlichste im Käse ausmacht; sodann besitzt er ganz eigenthümliche Fettarten, die Margarin, Elain und Cholesterin heißen; sodann ist noch gar Schwefel und Eisen, Kalk und Talk darin, so daß man nur sagen kann, daß ein Ei eine halbe chemische Küche enthält.

Nimmt man aber alle diese Stoffe sammt und sonders zusammen, so bilden sie doch nur den kleineren Theil des Eies, und zerlegt man ein solches chemisch in seine Urstoffe, so findet man, daß es überwiegend aus Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht, aus diesen vier Stoffen, aus welchen, wie unsere Leser wol schon wissen werden, so zu sagen die ganze lebende Welt hauptsächlich besteht.

Wem dies etwas zu viel für ein einfaches Ei scheint, den wollen wir nochmals zur Beruhigung sagen, daß die Rechnung aufs Haar genau stimmt, denn das Ei ist wahrhaftig nicht geschaffen zum Eierkuchen, wo man ihm die Portion Phosphor oder Eisen oder Schwefel oder Kalk ganz und gar erlassen könnte; es ist wirklich geschaffen, um ein Hühnchen zu werden, und da sind alle die Dinge nöthig, sehr nöthig.

Im Gehirn jedes Menschen findet sich Schwefel und namentlich Phosphor, und im Gehirn eines Hühnchens, selbst des neugebornen Hühnchens, ebenfalls. Wir dürfen ganz zuverlässig annehmen, daß sein Gehirn garnicht zu Stande käme ohne Schwefel, und es sicherlich sein Kikriki nicht in die Welt hinauszurufen im Stande wäre, wenn es nicht die nöthige Portion Phosphor im Gehirn hätte. Das Eisen erscheint uns zwar in einer Portion Setzeier eine ganz überflüssige Zuthat, aber es ist es keineswegs in

unserem Blute und ebensowenig im Blute des Hühnchens. Ein Mensch, in dessen Blut Mangel an Eisen eintritt, sieht bleich aus, und ist von einer Krankheit heimgesucht, die man die Bleichsucht nennt: warum aber soll das Hühnchen an Bleichsucht leiden? Und soll es nicht daran leiden, so muß das Ei auch Eisen enthalten.

Wenn wir des Abends weichgesottene Eier zum Thee genießen, so mag uns der Kalk in den Eiern ein ganz unnöthiger Luxusartikel erscheinen; wenn wir aber bedenken, daß unsere Knochen ohne Kalk garnicht existiren würden, da sie eben aus phosphorsaurem Kalk bestehen, so müssen wir schon dem Ei gestatten, seine Portion Kalk für die Knochen des Hühnchens zu besitzen, das eigentlich aus dem Ei, das wir gedankenlos verschlucken, hervorgehen sollte.

Wir könnten ohne Kochsalz nicht leben, und am zuverlässigsten würden wir weder Haare noch Nägel ohne dieses Salz haben; wir müssen es also auch dem Ei schon erlauben, Kochsalz zu enthalten, da das junge Hühnchen, zumal wenn es erst in der Eierschale entsteht, nicht wie wir zum Salzmäßchen greifen kann.

Und wie mit diesen Dingen, die uns sehr nebensächlich am Ei erscheinen, ist es mit allen übrigen der Fall. Sie sind für's Hühnchen durchaus nicht nebensächlich, sondern wichtige Hauptsachen. Denn mit einem Wort: das Ei ist das Baumaterial für ein Hühnchen, und ein sehr genau gemessenes, höchst pünktlich zugetheiltes Material, das alles enthält, was das Hühnchen zum Bau seines Leibes braucht und das so eingerichtet ist, daß, wie gesagt, die Rechnung stimmt, ganz genau stimmt! und das hat zu allen Zeiten sein Gutes, was Jedermann eingestehen wird.

VII. Wie ein Ei zur Welt kommt.

Da, wie wir gesehen haben, die Rechnung stimmt und im Ei richtig alles Baumaterial vorhanden ist, das zu einem Hühnchen gebraucht wird, so könnten wir gleich drauf losgehen und das Hühnchen anfangen.

Aber man lasse uns nur noch ein wenig Zeit!

Wenn wir's Hühnchen erst anfangen, dann müssen wir für immer vom Ei Abschied nehmen; denn mit dem Ei wird es dann so zu sagen von Stunde zu Stunde immer mehr alle. Wir haben aber mit dem Ei noch ein Wörtchen zu reden, und ehe wir es für ewig von dannen lassen, müssen wir denn doch erst wissen, woher es gekommen und wie es zu all' den Dingen, die in ihm stecken, auf ehrliche Art gelangt ist.

Zwar weiß schon jedes Kind uns zu sagen, daß irgend ein Huhn dies Ei gelegt hat; und das ist auch wirklich ganz richtig. Aber unsere Wißbegierde kann diese Antwort sicherlich nicht beruhigen, so lange wir nicht im Reinen darüber sind, wie und wo dies Ei im Huhn entstanden ist, bis es gelegt oder, so zu sagen, geboren wurde. — Mit einem Wort, mein freundlicher Leser, wir sind Deutsche, und als Deutsche beschäftigen wir uns oft genug mit ungelegten Eiern, wo garnichts dabei herauskommt: wie will man uns verdenken, wenn wir jetzt, wo wir im Begriff stehen, wirklich aus dem Ei was herauszubekommen, ein wenig zurückblicken auf die Zeit, wo das Ei noch ungelegt war?

Wir müssen demnach zur Entstehung des Eies zurück und deshalb in das Innere des Mutterhauses blicken, woselbst das Ei sein Dasein begann.

Jede Hausfrau, die öfter ein Huhn geöffnet hat, wird schon bemerkt haben, daß das Huhn eine Art Baum im

Leibe hat, worauf Eidotter wachsen. Dieser Baum besteht aus einem eigenthümlichen Gezweige, durch welches Nerven und Blutgefäße sich schlängeln und woran eine ganze Masse kleiner Eier wie Früchte hängen, die alle heranzureifen und sich vom Huhn zu entfernen bestimmt sind. Ein jedes dieser Eier oder richtiger dieser Dotterchen ist während des Wachsens in der Falte einer Haut eingeschlossen, die es umkleidet, und in dieser Haut liegend, — die nicht dem Dotter, sondern dem Baum oder richtiger dem Eierstock angehörte, worauf der Dotter wächst, — empfängt dasselbe aus dem Blute des Huhnes all' die nöthigen Baumaterialien, die das künftige Hühnchen brauchen wird, bis es so genährt heranwächst und richtiger, vollgültiger, reifer Dotter wird.

Sobald dies der Fall ist, so reißt die Haut, worin der Dotter eingefaltet ist, und er fällt heraus und würde in der Leibeshöhle liegen bleiben, wenn nicht ein besonderer Schlauch vorhanden wäre, der von der Gegend des Eierstockes bis in den unteren Darm des Huhnes führte.

Daher kommt es denn auch, daß man oft beim Oeffnen eines Huhnes einen häutigen Dotter, abgelöst vom Eierstock, vorfindet, der sich ganz und gar nicht von dem richtigen Dotter eines Eies unterscheidet, während noch eine ganze Masse kleinerer und größerer Dotter am Eierstocke hängen, die, wenn man sie abschneidet, eine härtere Haut, als sonst ein Dotter, um sich haben, und die man, wenn sie gebraten werden, ordentlich abschälen kann, bevor man sie genießt.

Der Schlauch sowol wie der Darm sind nun ein eigenthümliches Gewebe, das aus elastischen Längs- und Querfasern gebildet ist, und das daher die Eigenthümlichkeit hat, daß es sich ähnlich wie eine seidene Geldbörse in die Länge und in die Breite ausdehnen kann.

Man kann sich von einem Dotter, der im Schlauch oder im Darm steckt, ein ziemlich entsprechendes Bild machen, wenn man eine Wallnuß in eine seidene dehnbare Geldbörse schiebt; man wird dann sehen, wie vor der Wallnuß und hinter ihr die Börse sich zusammenzieht in demselben Maße, wie die Wallnuß die Stelle, wo sie liegt, ausdehnt. Denken wir uns, daß die Börse das Kunststück versteht, sich immer vor der Wallnuß ein wenig zu dehnen und hinter ihr sich ein wenig zusammenzuziehen, so wird die Wallnuß eine langsame Wanderung durch die Börse machen, so daß sie von dem einen Ende zum andern gelangt. —

Dieses Kunststück des Ausdehnens und Zusammenziehens, des Enger- und Weiterwerdens verstehen nun alle Gedärme aller lebenden Wesen, und durch dieselben sind sie im Stande, ihren Inhalt immer weiter abwärts zu schieben. Man nennt diese Art von Bewegung „die wurmförmige Bewegung" und kann dieselbe an den Gedärmen frisch getödteter Thiere noch beobachten. Eine solche Bewegung nun ist es auch, die den Dotter vorwärts schiebt und ihn seinen Weg bis in die Welt hinaus nehmen läßt.

Aber auf diesem Wege passiren ihm ganz außerordentliche Wunder.

Vor allem ist es wunderbar, daß der Dotter nicht geradeswegs geschoben, sondern daß er dabei zugleich fortwährend gedreht wird. Er dreht sich derart, als wollte er sich eigentlich vorwärts schrauben. Wie ein Pfropfenzieher in den Kork immer tiefer hineinspaziert, während er um seine Axe gedreht wird, ähnlich so spaziert der Dotter sich immer drehend und schraubend weiter. Wodurch diese Drehung veranlaßt wird, ist ein Räthsel von den vielen Räthseln der Natur. Wir Menschen drehen uns in ähnlicher Weise bei der Geburt aus dem Mutterschoß und

kommen in einer Art Schraubengang auf diese wunderliche Welt, die wir berufen sind, wenn die Zeit gekommen, starr und steif, ohne uns drehen und wenden zu können, zu verlassen, um in den weiten großen Mutterschoß aufgenommen zu werden. —

Zu diesem Wunder der Drehung des Dotters gesellt sich noch ein zweites, das einigermaßen erklärlicher ist.

Von den Wänden des Kanals, durch welchen der Dotter drehend vorwärts geschoben wird, sondert sich ein Schleim ab, der sich an den Dotter legt, und dieser Schleim ist das Eiweiß. Daher kommt es, daß an den Axen des sich drehenden Dotters das Eiweiß sich wie ein Knoten anlegt, den die Hausfrauen fälschlich „die Augen" nennen, und daß an diesem Knoten sich Eiweiß wie ein gedrehter Faden anlegt. — Je weiter der Dotter nun gedreht und geschoben wird, destomehr und desto flüssigeres Eiweiß legt sich ihm an, bis er dann an eine Stelle kommt, wo das Eiweiß fertig ist und der Darm nun beginnt, eine weniger zähere Flüssigkeit abzusondern, die gleichfalls das Ei umkleidet und die Eihäute bildet. Nach diesen Absonderungen des Darmes schwitzt derselbe eine kalkhaltige Flüssigkeit aus, die die Eischale wird, und wenn diese fertig ist, ist auch das Ei ausgestattet, um diese wunderliche Welt zu betreten, und es tritt in dieselbe unter dem lautesten Ruf des Mutterhuhnes, das ihm wahrscheinlich zum Geburtstag gratuliren soll! —

So kommt ein Ei zur Welt, wunderbarlich genug, um noch wunderbarlicher ins Leben gerufen zu werden. —

VIII. Das Ei in der Bildungsanstalt.

Indem wir nun ein frisch gelegtes Hühner-Ei vor uns haben und stillschweigend voraussetzen, daß es die hierzu nothwendige Befruchtung im Mutterschoße des Huhnes empfangen, wollen wir daran gehen, dasselbe in die Hühnerfabrik zu bringen und es in eine Brütmaschine in Pension geben.

Es ist indessen nicht rathsam, dasselbe ganz allein darin zu lassen, weil erstens die Portion von Wärme, die einmal in der Brütmaschine unterhalten werden muß, für eine größere Masse gleichfalls ausreicht, und weil wir zweitens der Neugierde schwerlich werden widerstehen können, das Ei schon nach wenigen Stunden herauszunehmen, aufzubrechen und nachzusehen, was mit ihm los ist; und da man die Kunst noch nicht erfunden hat, ein aufgebrochenes Ei wieder so zu flicken, daß es sich weiter ausbrütet, so würden wir schwerlich an einem einzigen Ei viel zu lernen im Stande sein.

Man thut daher gut, circa vierzig Eier mit einem Male einzulegen. Hat man das gethan, so läßt man das Brütgeschäft beginnen und nimmt nach 6 Stunden ein Ei heraus, bricht es auf und sieht, was es in dieser Zeit gelernt hat. Nach neuen 6 Stunden wiederholt man dies mit einem zweiten Ei, das also schon 12 Stunden in der Bildungsanstalt zugebracht hat und merkt sich die Fortschritte, die es da gemacht. Sechs Stunden später besieht man sich ein drittes und nach vollen vierundzwanzig Stunden ein viertes Ei. So verfährt man denn in den ersten drei Tagen, so daß man in diesen an zwölf Eier aufgebrochen und deren Umwandlung gesehen hat. Und da in diesen drei Tagen so ziemlich die Hauptsachen sich klar machen, so genügt es, die Fortschritte der Entwickelung

fortan von Tag zu Tag zu beobachten und täglich nur ein Ei aufzubrechen, bis endlich am einundzwanzigsten Tage das Hühnchen im letzten Ei das Geschäft des Erbrechens der Schale selber übernimmt und ins Leben hinauswandert, ganz als ob es unter der Brust des Mutterhuhnes gelegen und nicht fabrikationsmäßig in einer lieblosen Maschine seine Ausbildung genossen hätte.

Aehnlich dieser Weise wollen wir es auch machen, obgleich wir nicht gedenken, die Geduld der Leser so auf die Probe zu stellen und ihnen vierzigmal das werdende Hühnchen vorzuführen. Die Hälfte solcher Vorführungen wäre auch schon zu viel, da wir wissen, daß wir jedesmal, wenn wir die Ehre haben werden, das sehr jugendliche Hühnchen unsern geehrten Lesern vorzustellen, eine ganze Masse von Erläuterungen werden aufführen müssen, bevor der Leser wird sagen können, er freue sich, dessen nähere Bekanntschaft gemacht zu haben. Aber sehr geduldig müssen wir dennoch zu Werke gehen, denn wir versichern, daß wenn wir mit unserm Gast so zu sagen mit der Thür ins Haus fallen und etwa das, was das Hühnchen am zweiten Tage der Brütung ist, ohne Vorbereitung vor die Augen unserer Leser bringen wollten, diese im vollsten Ernste ausrufen würden: was wir hier sehen, ist weit eher ein Pantoffel als ein Hühnchen.

Darum wollen wir denn auch unsere Leser auf die Bekanntschaft, die sie zu machen haben, vorbereiten, und dazu gehört, daß wir uns vor Allem noch einmal das Ei und namentlich den bereits vorgeführten Keimfleck betrachten, denn gerade hier in dem Keimfleck, da liegt der Knoten.

Der Keimfleck liegt, wie wir bereits gesagt, mitten auf der Oberfläche des Dotters und läßt sich leicht genug an jedem Ei auffinden, sobald man den Dotter geschickt zu

drehen weiß, ohne daß die Haut, die ihn umschließt, zerreißt. Wenn man den Dotter so vor sich hinlegt, daß die beiden kleinen Eiweißklümpchen, sammt den gedrehten Eiweißfäden zu beiden Seiten des Dotters liegen, so findet man, daß der Flecken gleichweit von ihnen entfernt ist. Denkt man sich den Dotter in seiner Kugelgestalt, und stellt man sich vor, daß die Eiweißklümpchen welche die Hausfrauen fälschlich „die Augen" nennen, die Pole dieser Kugel sind, so liegt der Keimfleck auf einem Punkte des Aequators dieser Dotterkugel.

Was aber ist denn dieser Keimfleck?

Diese Frage ist wahrhaftig so schwierig zu beantworten, daß man ihr gern aus dem Wege gehen möchte, wenn es sich nur schickte.

Der Keimfleck zeigt sich bei genauer Besichtigung nicht als ein bloßer Fleck, sondern als eine kleine runde Scheibe, so groß wie etwa ein plattgedrücktes Senfkörnchen, eine Scheibe, die aus zwei Häutchen besteht, die wie Blätter übereinander liegen. Und diese Scheibe liegt unter der Dotterhaut und schimmert durch diese hervor.

Da wir nun wissen, daß der Keimfleck eigentlich eine Keim-Scheibe ist, wollen wir sie fortan mit diesem Namen bezeichnen, und so wollen wir denn sagen: die Keimscheibe ruht auf dem flüssigen Dotter, und zwar an der Stelle, wo der Kanal hinabgeht bis zum Mittelpunkt der Dotterkugel, woselbst sich eine kleine Höhle befindet.

Die Keimscheibe also ist wie eine Art Deckel über einem feinen Eingang, der zum Mittelpunkt des Dotters führt. Sie ruht mit den Rändern auf dem Dotter, während die Dotterhaut, die den Dotter im ganzen überzieht, auch über die Keimscheibe geht.

Die Veränderungen, die wir nun hauptsächlich sehen werden, gehen eben mit der Keimscheibe vor; denn das

Hühnchen ist, — so sonderbar es auch klingt — nichts als die veränderte, umgewandelte Keimscheibe. Das Ei sowol wie die Dottermasse erleiden zwar Veränderungen, indem sie sich vermindern und dünn-flüssiger werden; aber die Hauptumgestaltung geht mit der Keimscheibe vor, so daß wir in der Folge von der Masse des Eiweißes und des Dotters ganz absehen und immer nur das kleine Scheibchen in seiner Entwickelung im Auge haben werden.

Die ganze Umwandlung aber, das merke man sich wohl, geht unter der Dotterhaut vor sich, so daß man, wenn man ein werdendes Hühnchen wirklich bloß vor sich haben will, genöthigt ist, die Dotterhaut zu zerschneiden und das unter ihr liegende, sehr sonderbare Wesen hervorzuziehen.

Nach diesen vorbereitenden Bemerkungen müssen wir noch zeigen, was man mit scharfen Vergrößerungsgläsern an der Keimscheibe Bemerkenswerthes gesehen hat; und das wollen wir im nächsten Abschnitt thun und der etwanigen Ungeduld eines oder des andern Lesers nur noch das eine sagen, daß man nicht etwa ein ganz kleines Hühnchen oder auch nur ein Köpfchen eines Hühnchens, ja nicht einmal — eine Seele eines Hühnchens, sondern ganz was Anderes gesehen hat.

IX. Was man sieht und was man nicht sieht.

Untersucht man die Keimscheibe und die Stelle, auf welcher sie liegt, mit einem Mikroskop von zwei- bis vierhundertmaliger Vergrößerung, so sieht man in der That mehr als mit bloßem Auge. Kann man nun auch nicht sagen, daß die wunderbaren Vorgänge der künftigen Ent-

wickelung dadurch ihre volle Erklärung finden, so giebt das, was hier vor dem Beginn der Bebrütung und schon wenige Stunden nachher gesehen wird, doch einigen Anhalt zur näheren Einsicht in dieses größte Räthsel der Natur, das Räthsel des werdenden Lebens.

Wir wollen es versuchen, in Kürze die Resultate der neuesten Untersuchungen dieser Art den Lesern vorzuführen, indem wir hierbei der erst jüngst erschienenen, außerordentlich sorgfältigen Arbeit des Privat-Dozenten der hiesigen Universität, Dr. Remak, folgen, dessen Leistungen auf dem Gebiet der Naturwissenschaft stets volle Anerkennung gefunden haben.

Mit großer Sorgfalt vermag man die kleine Keimscheibe abzuheben und dann gewahrt man, daß sie nicht nur der Deckel eines Kanals ist, der zur Höhle im Mittelpunkt des Dotters führt, sondern daß an der Stelle, wo die Keimscheibe aufliegt, eine Art kleiner Grube sich befindet, welche mit weißem feinen Schleim ausgekleidet ist. Am Boden dieser Grube ruht ein kleiner weißer Kern, der eigentlich den Kanal zur Dotterhöhle verstopft. Man wird sich also ein richtiges Bild von dem ganzen Dinge machen, wenn man sich vorstellt, daß im Mittelpunkte des Dotters ein hohler Raum ist; von diesem Raum geht ein Kanal hinauf bis zur Oberfläche der Dotterkugel. Hier aber erweitert sich der Kanal und bildet eine Art Grübchen oder Becher, der mit feinem Eiweiß überzogen ist. Das Loch dieses Bechers, das zum Kanal führt, ist mit einem weißen Körnchen verstopft und auf dem Rand des Bechers ruht die Keimscheibe wie ein Deckel.

Untersucht man diese Keimscheibe genauer, so findet man, daß sie aus zwei übereinander liegenden Häutchen besteht, die man Blätter nennt. Mit Vorsicht lassen sich beide Blätter von einander trennen und gesondert unter

das Mikroskop bringen; thut man dies, so zeigt sich am unteren Blatt durchaus nichts Besonderes, wohingegen das obere Blatt aus feinen, sehr kleinen Kügelchen bestehend sich darstellt, in deren Mitte man schon Andeutungen von Kernen erkennen kann.

Das ist vorerst Alles, womit das Ei ausgestattet ist, wenn es in die Ausbildungsanstalt, in die Brütmaschine gebracht wird; und man wird gestehen, daß dies sehr wenig ist, um Aufschluß über einen Vorgang zu geben, wie der, den wir noch an dem Ei erleben werden. Gleichwol ist hierin eine Andeutung gegeben, um sich mindestens eine Vorstellung über den wunderbaren weiteren Verlauf einigermaßen bilden zu können.

Wir werden nämlich in der ganzen weitern Darstellung wahrnehmen, daß es wirklich nur die Blättchen der Keimscheibe sind, welche zum lebenden Geschöpfe werden. Sie, die Blättchen, werden sich verändern, sie werden anschwellen, sie werden wachsen, sie werden sich falten, sich umschlagen und verschiedenartig legen und dabei Organe in sich und an sich entwickeln, so lange, bis wirklich ein ganzes lebendiges Hühnchen vor uns erscheinen wird. Im vollen Sinne des Wortes werden wir dann eingestehen müssen: ein Hühnchen ist eine vollends entwickelte Keimscheibe eines Hühner-Eies. Wir müssen also von der Keimscheibe sagen, daß sie die unbegreifliche Fähigkeit habe, eine Veränderung anzunehmen, die sie zum lebenden Wesen macht. Allein um diese Umwandlung machen zu können, ist es nöthig, daß sie in sich Stoffe aufnehme, ähnlich wie ein Pflanzenkeim dies thut, aus dem sich ein Baum entwickelt, der Blätter, Blüten und Früchte trägt, und so eine höchst merkwürdige Veränderung seines Wesens erfährt. Und dieser Stoff, den die Keimscheibe an sich zieht, ist eben das übrige Ei.

Der Kanal unter der Keimscheibe, der zu der kleinen Höhle in dem Mittelpunkt der Dotterkugel führt, ist nun der Weg, auf dem der Stoff des Eies zur Keimscheibe gelangt. Man hat Ursache, sich vorzustellen, daß in Folge der Wärme der Brütung eine Bewegung der kleinsten Theilchen des Eies hervorgerufen wird. Vielleicht findet ein Zuströmen nach dem Mittelpunkte des Dotters statt, von welchem aus der Kanal die geeigneten Theilchen des Eies aufwärts sendet. Die Veränderungen, welche das Eiweiß erduldet, mögen wol auch erst durch die Veränderungen der Masse des Dotters hervorgerufen werden. Zwar ist der Dotter in der Dotterhaut abgeschlossen von dem Eiweiß; allein man weiß es jetzt durch die mannigfachsten Versuche, daß alle Arten von Haut einen Austausch der Säfte von der einen Seite zur andern zulassen, ja sogar begünstigen. In den Wänden aller Thierhäute findet eine Art Ein- und Ausschwitzen statt, welches man wissenschaftlich mit dem Namen Endosmose und Exosmose bezeichnet. In der That lehrt der Augenschein, daß die Keimscheibe nach und nach den ganzen Stoff des Eies an sich zieht und gewissermaßen verspeist und in Folge dieser Speise wächst. Unzweifelhaft spielt auch die Luft im Ei und die Luft außerhalb des Eies, und zwar durch die feinen Löcher der Eischale hindurch, ihre wichtige Rolle mit. Ein luftdicht umschlossenes Ei brütet ebensowenig aus wie ein Ei, von dem auch nur ein kleiner Theil der Schale abgebrochen ist. — Inwieweit noch andere Kräfte hier mitwirken, ist freilich nicht festzustellen. Aus allem aber geht hervor, daß es die kleine Keimscheibe ist, welche das Ei im ganzen während der einundzwanzig Tage auffspeist und die verbrauchten Stoffe sogar auch ausscheidet; dafür aber wächst, verändert und gestaltet sich diese Keimscheibe so lange um, bis sie ein vollständiges Hühnchen geworden ist.

Freilich kann man das, was da vorgeht, oder richtiger während es vor sich geht, nicht sehen; die Untersuchung kann immer nur dahin geführt werden, um genau zu ermitteln, was von Zeit zu Zeit bei jedem neu aufgebrochenen Ei bereits vorgegangen ist; aber indem wir die Resultate dieser Untersuchung unsern Lesern kurz vorführen werden, wird man es uns erlauben, auch einige Vermuthungen auszusprechen, die freilich die strenge beobachtende Wissenschaft nicht früher zu geben wagt, bevor sie nicht unumstößliche Beweise für dieselben hat.

Und nun endlich zur Sache.

X. Nach der Brütung von sechs und von zwölf Stunden.

Nehmen wir an, wir hätten eine Anzahl von Eiern in die Brütmaschine gebracht, woselbst sie dem Einfluß einer Wärme von dreißig Graden ausgesetzt sind, so reichen schon wenige Stunden hin, um wesentliche Veränderungen hervorzubringen. Es ist viel in dieser kurzen Zeit vorgegangen, denn wir sehen, daß die Keimscheibe schon den richtigen Ansatz gemacht hat, um ein Hühnchen werden zu wollen, und das ist garnicht wenig, weil dies voraussetzt, daß die kleine Keimscheibe dem ganzen Ei den Impuls gegeben haben muß, um ihr und ihrer Bestimmung dienstbar zu sein.

Freilich ist das, was wir nach etwa sechs Stunden Brütung sehen können, nicht sehr auffallend; aber es ist doch immer der Anfang gemacht und bekanntlich ist aller Anfang schwer.

Das Erste, was man sieht, ist, daß die Keimscheibe

gewachsen ist. Früher hat sie nur wie ein Deckel auf dem Grübchen aufgesessen, das zum Kanal der Dotterhöhle führt, jetzt hat sie sich's bequemer gemacht; sie hat um sich gegriffen und ruht mit einem breiteren Rande auf dem Dotter. Untersucht man indessen genauer, welcher Theil der Keimscheibe so zugenommen hat, so findet man, daß dies nur vom oberen Blatte der Scheibe geschehen ist, während das untere Blatt an einer andern Art von Veränderung Theil genommen hat, die bedeutsam genug ist.

Vor der Bebrütung waren durch das Mikroskop nur Kügelchen im Keimblatt bemerkbar; während der Bebrütung von nur wenigen Stunden haben sich zuerst die Kügelchen durch Theilung vermehrt; das heißt, aus einzelnen größeren Kügelchen wurden mehrere kleinere. Da es eine ganze Masse von Thierchen giebt, die in dieser Art von Vermehrung durch Theilung ihr Geschlecht fortpflanzen, so ist diese Erscheinung am Ei allein schon hinreichend anzudeuten, daß hier ein Lebensakt vor sich gegangen ist, der erste Akt in einem vielaktigen Spiel des Lebens.

Aber es bleibt nicht bei dieser Vermehrung der Kügelchen stehen; sondern es leitet diese Vermehrung nur den zweiten wesentlichen Akt ein, und zwar die Entstehung von Zellen.

Meist sieht man nach sechsstündiger Brützeit, daß sowol das obere wie das untere Blatt nicht mehr aus Kügelchen besteht, sondern daß aus den Kügelchen schon Zellen geworden sind, das heißt: Bläschen von einer feinen Haut gebildet, welche im Innern eine Flüssigkeit und in der Mitte einen kleinen Kern in sich haben.

So geringfügig dies dem Unkundigen erscheinen mag, so wichtig ist diese Erscheinung in den Augen jedes Kenners, der dem Wesen und den Erscheinungen des Lebens nachspürt.

Man muß es nämlich wissen, daß die Zelle ein wesentliches Merkzeichen des Pflanzen- und Thierlebens ist, während Alles was dem Gesteinreich angehört, also nicht Pflanze oder Thier ist, immer nur in Krystall-Form auftritt. Die Naturforschung der neuern Zeit hat die eben so wichtige wie interessante Entdeckung gemacht, daß alle Produkte der Gestein-, Erd- und Metallarten, mit einem Wort, daß alle Dinge, die nicht von Pflanzen oder Thieren abstammen, in ihrer Form schon wesentlich verschieden sind von Pflanzen- oder Thierstoffen. Jene Dinge, die man die leblosen nennt, nehmen immer, sobald sie sich zu festen Körpern gestalten, die Krystall-Form an. Anders jedoch ist es mit den Stoffen, die ein Leben in sich tragen, wie Pflanze und Thier; sie bestehen nie aus Krystallen, sondern immer aus sehr kleinen aneinander gefügten Zellen. Krystalle sind daher ein Merkmal der leblosen Materie, während die Zelle das Merkmal der lebenden oder lebensfähigen Materie ist.

Daher ist der Moment, wo die beiden Blätter der Keimscheibe in sich Zellen ausbilden, auch mit Recht als ein Moment der Lebensentwickelung zu betrachten, als das erste Erwachen des Lebenstriebes, der die Materie zwingt, die Form des Lebens anzunehmen.

So gering dieser Anfang ist, so leitet er doch das Leben ein und ist die Vorbereitung zu einer weitergehenden Entwickelung, die sofort schon, wie wir sehen werden, bedeutender wird, wenn wir ein zweites Ei erst nach noch weiteren sechs Stunden aus der Brütmaschine nehmen.

Brechen wir dieses Ei auf, so bemerken wir, daß die Keimscheibe und zwar hauptsächlich das obere Blatt derselben, sich noch weiter ausgedehnt hat. Die Zellen haben sich vermehrt und sind deutlicher als solche zu erkennen; hauptsächlich Neues aber, das hier zur Erscheinung

kommt, ist eine bedeutende Veränderung des unteren Keimblattes.

Das untere Keimblatt nämlich spaltet sich und wird zu zwei Blättern, von denen das eine unter dem andern liegt, so daß die Keimscheibe jetzt aus drei übereinander liegenden Blättern besteht. Wir werden auch fortan, wenn wir von den Blättern der Keimscheibe sprechen, das unterste, das mittlere und das obere Blatt genau von einander zu unterscheiden haben; denn wir werden bald sehen, daß jedes der drei Blätter, oder richtiger der drei übereinander liegenden Häutchen, welche jetzt schon einen recht breiten Deckel über dem Eingang und dem Rand der Dotterhöhle bilden, eine besondere Bestimmung hat. Jedes dieser drei Blätter ist, wie die neuesten Untersuchungen des genannten verdienstvollen Naturforschers Remak bewiesen haben, eine Art Fabrik, die den Stoff, der ihm wahrscheinlich durch den Dotterkanal zuströmt, in eigener Weise verarbeitet, um daraus entsprechende Theile des Hühnchens zu machen.

Ist denn aber vom Hühnchen noch garnichts zu sehen?

Nur Geduld, mein freundlicher Leser, wir werden gleich etwas davon zu sehen bekommen, was wir Menschen, wenn wir Hühnchen machen sollten, schwerlich zuerst machen würden.

XI. Wir sehen etwas vom Hühnchen.

Bis über die Mitte des ersten Brüttages hat sich noch immer kein bestimmter Leibestheil des Hühnchens gebildet. Die drei übereinander liegenden Blätter der Keimscheibe, die eigentlich Alles in Allem sind, haben zwar

begonnen, die erste Stufe des Lebens zu beschreiten; aber man kann bis jetzt immer noch nicht sehen, wo und wie aus denselben ein Geschöpf oder auch nur ein Theil des Geschöpfchens entstehen soll. Erst um die vierzehnte oder fünfzehnte Stunde zeigt sich die erste Spur des ersten Körpertheiles.

Und welches ist dieser Körpertheil, der die Ehre hat, der Erstgeborne oder Erstgebildete vor allen andern zu sein? —

Wahrlich, wir haben nicht übel Lust, eine kleine Weile unsere Leser über die Antwort auf diese Frage nachdenken zu lassen.

Wenn wir Menschen im Stande wären, Hühnchen zu machen, womit würden wir wol zuerst anfangen? Der Eine meint ohne Zweifel, daß der Kopf doch die Hauptsache sei, und es sich zieme, zuerst einen Hühnerkopf fertig zu machen und an diesen das Uebrige anzusetzen. Der Andere sagt sicherlich: Nein, das hieße ein Haus vom Giebel zu bauen beginnen; es ziemt sich, zuerst alles andere fertig zu machen, und dann den Kopf, als die Krone des Werkes, den Schluß bilden zu lassen. Ein Dritter möchte das Hirn, den Sitz des Gedankens vor allem fertig haben; ein Vierter wird dem Herzen das Vorrecht der Erstgeburt oder Erstbildung zusprechen, weil, wenn dieses nicht da sei, das Leben garnicht beginnen könne. — Vielleicht giebt es sogar Menschen, die den Magen als das vorzüglichste und hauptsächlichste Organ des Lebens ansehen und vor allem verlangen würden, daß man für diesen Theil des Körpers zuerst sorgen möge. — Und so dürften die Ansichten so weit auseinandergehen, daß wir Menschen vielleicht jahrelang über den Anfang streiten würden, bevor wir überhaupt etwas zu Stande brächten, selbst wenn wir das Kunststück sonst verständen.

Die schaffende Natur macht es anders. Sie zweifelt nicht über den Anfang und ist ihrer Sache so sicher, daß von tausend Hühner-Eiern auch nicht eines abweicht von dem vorgeschriebenen Bildungsgang, sondern alle regelrecht und unabwendbar in ganz genau bestimmter Weise sich zu formen anfangen.

Um die angegebene Stunde erscheint in der Mitte des oberen Keimblattes ein feiner Streifen, der an einem Ende ein wenig dicker ist, als am anderen; und dieser Streifen ist die erste Andeutung des Rückens und zwar dessen Mittellinie.

Der Streifen theilt die Keimscheibe in eine rechte und linke Seite, und ist auch die Grenze der rechten und der linken Seite des Hühnchens, so daß man aus dem Streifen mindestens vorerst sehen kann, in welcher Richtung dasselbe liegen wird.

Da wir wissen, daß ein Ei nicht kugelrund ist, sondern eine lange und eine kurze Axe hat, so sollte man vermuthen, daß sich das Hühnchen gewiß mit seiner Körperlänge nach der Länge des Eies legen würde. Das ist aber nicht der Fall; die Länge des Hühnchens liegt anders. Wenn man das Ei in der Breite so vor sich hinlegt, daß man das stumpfe Ende des Eies zur linken und das spitze Ende zur rechten Hand hat, so liegt der Streifen, der den Rücken des Hühnchens andeutet, senkrecht vor dem Auge des Beschauers, und zwar wird sich an dem oberen Ende, wo der Streifen ein wenig dicker ist, der Kopf des Hühnchens bilden, während das untere Ende die Schwanzseite des Hühnchens sein wird. — Denken wir uns das ganze Ei als das Bett des Hühnchens, so liegt das Hühnchen nicht, wie jeder ordentliche Mensch, mit der Körperlänge in der Länge seines Bettes, sondern durchaus in der Quere.

Das mag uns freilich sonderbar genug vorkommen; da aber die schaffende Natur das Ding doch besser versteht als wir, so müssen wir uns damit beruhigen, daß es gewiß so sein muß. Und wirklich scheint es der Fall zu sein, denn diese quere Lage hat einen besondern Vortheil für unser werdendes Geschöpf. — Wir werden nämlich später sehen, daß das Hühnchen seinen Kopf nebst dem langen Hals nicht zu lassen weiß und diesen umbiegen muß nach der linken Seite, meist unter den linken Flügel; dadurch kommt aber der Schnabel gerade an das breite Ende des Eies, wo der Luftraum sich befindet und das junge Geschöpf hat hiernach die beste Gelegenheit, sich im Athmen zu üben, wenn es so weit ist, dies Kunststück benutzen zu müssen. Läge das Hühnchen der Länge nach im Ei, so würde diese Länge doch nicht ausreichen, um den Kopf an den Luftraum zu lassen, denn ein Hühnchen ist von Kopf bis Schwanz viel länger, als ein Ei vom breiten bis zum spitzen Ende. Das Hühnchen wäre nun genöthigt, den Kopf wiederum seitwärts irgendwo unterzubringen, würde aber dabei schlecht fahren, indem es mit dem Schnabel nicht an einen Luftraum käme.

Mit diesem Auftreten des ersten Streifens, der die Ehre hat, die Mittellinie des Rückens unseres Hühnchens vorzustellen, sind noch andere Erscheinungen verbunden, die man etwa nach einer Brütung von achtzehn Stunden deutlich sehen kann.

Die ganze Keimscheibe hat sich bedeutend vergrößert; dabei verdicken sich die beiden oberen Blätter in ihrer Mitte, so daß sie dort undurchsichtiger werden, als an den Rändern. Endlich aber verwachsen die beiden obersten Blätter mit einander in der Richtung jenes ersten Streifens und bilden durch diese Verwachsung eine längliche Platte, die man die Axen-Platte nennt. Rings um

diese Platte aber sammelt sich sowol oben um den künftigen Kopf, wie unten um den künftigen Schwanz des Hühnchens eine mehr körnige Verdickung an, die sich mit dem obersten Blatte etwas dunkler ausnimmt, und dem ganzen Dinge, das wir jetzt vor uns haben, den Anblick eines kleinen Bisquits giebt, dessen oberes und unteres Ende von einem dunklen Rande umgeben ist.

Wir werden sofort sehen, wie dies nur die Einleitung ist zur Bildung des wichtigsten Organes in unserm armen Geschöpfchen, das verurteilt ist, das geheimnißvolle Werden seines Lebens unterbrechen zu lassen, um unsere Wißbegierde zu stillen.

XII. Das Hühnchen ist einen Tag alt.

Wir haben gesehen, daß die Hühner-Fabrikation in der ersten Hälfte des ersten Tages etwas langsam und bedächtig vor sich geht; dafür aber macht sich's in den letzten sechs Stunden dieses Tages schon etwas besser, und zwar geht die Fabrik nach allen Richtungen hin recht ernst darauf los, etwas zu Stande zu bringen.

Der Rücken des Hühnchens war bereits in der achtzehnten Stunde der Brütung durch den feinen Streifen auf der Keimscheibe angedeutet. In der Richtung dieses Streifens wächst das obere und das mittlere Keimblatt zusammen und bildet eine schmale, längliche Platte. In dieser Platte nun, welche man als Rückenplatte bezeichnen kann, erhebt sich längs den beiden Seiten des ersten Streifens ein feiner Rand, der sich wie der Wall neben dem Streifen hinzieht.

Da dies wie gesagt zu beiden Seiten längs des ersten

Streifens geschieht, so stehen sich die zwei Wälle gegenüber und lassen ein langes Thal oder richtiger eine Rinne in ihrer Mitte — und diese Rinne wird bald die hohle Wirbelsäule bilden, in welcher das so wichtige Rückenmark sein sicheres Lager findet.

Die Rinne ist nach der Kopfseite hin etwas tiefer, indem hier die Wälle zu beiden Seiten etwas schärfere Kanten bilden. Ist dies geschehen, so bemerkt man bald, daß sich die scharfen Kanten der Wälle zu einander neigen und indem sie sich berühren und später mit einander verwachsen, fangen sie an, ein hohles Rohr zu bilden, welches den Kanal ausmacht, der vom Gehirn durch den Hals und Rücken geht und der der Sitz des Nervenstranges wird, von dem aus später der ganze Körper mit Nerven versorgt wird.

Fast gleichzeitig aber bemerkt man auch, daß zu beiden Seiten der Rinne und der sie bildenden Wälle weiße kleine Flecke entstehen, die fast wie knöcherne Würfelchen aussehen. Diese Würfelchen sind wirklich werdende Knochen und zwar bilden sie den Anfang der Wirbelknochen. Wenn nun die Rinne zuwächst und das Rohr bildet, so nimmt sie diese Würfelchen mit, so daß sie von beiden Seiten zueinander kommen und so die knöcherne Wirbelsäule zu bilden anfangen, welche das Rückenmark, jenen vom Gehirn ausgehenden Nervenstrang, einschließt.

Sieht man denn aber nichts vom Kopf des Geschöpfchens, der der Sitz des Gehirns werden soll?

Die Antwort auf diese Frage wird wahrscheinlich den Lesern etwas sonderbar klingen; aber wir können uns nicht helfen, sondern müssen es nur sagen, daß alle Forschungen der neuesten Zeit den Beweis geliefert haben, daß der Kopf eines Wesens keineswegs etwas ganz Apartes, besonders Geschaffenes ist, dem der Körper nur als eine Art Posta-

ment zugegeben ist; es ist vielmehr der Kopf jedes Thieres nur ein höher ausgebildeter Wirbel desselben.

Es würde uns viel zu weit von unserm Thema abführen, wenn wir diese Behauptung der neuern Wissenschaft unsern Lesern völlig deutlich machen wollten; nur so viel wollen wir sagen, daß damit keineswegs behauptet werden soll, daß das Haupt nicht auch die Hauptsache am Thiere sei; es soll damit nur das Eine gesagt werden, daß die Natur die erste Bildung des Kopfes nur als Wirbel anlegt und die Form des Kopfes erst aus der des Wirbels entwickelt.

An unserm Hühnchen nimmt man diese Art Entwickelung ebenfalls wahr. Der Kopf des Hühnchens ist vorerst in der That nur der erste oberste Wirbel; aber gleichzeitig mit dieser Bildung geschieht schon etwas besonderes mit diesem werdenden Kopfe und dies ist Folgendes:

Schon während der letzten Stunden hebt sich die immer weiter wachsende Keimscheibe etwas in die Höhe. Der Rücken des Hühnchens krümmt sich gewissermaßen und macht einen kleinen Buckel. Während aber bei der Bildung des Wirbelrohrs und der Wirbel nur die beiden oberen Blätter der Keimscheibe thätig waren, erhebt sich's am Kopfende, also am ersten Wirbel, blasenartig von unten, vom untersten Blatte her in die Höhe, und diese Erhöhung biegt und buchtet sich am Kopfende immer mehr vor, so daß das Hühnchen auf dem Dotter wie ein umgestülpter Kahn daliegt, dessen obere Biegung stärker ist, als die untere.

Während der Zeit, daß dies vor sich gegangen ist, hat die Fabrik an andern Theilen keineswegs still gestanden; sie hat sich vielmehr nach allen Seiten hin geregt und bewegt.

Vor Allem hat sich beim Heben des Rückens schon die

Anlage der rechten und linken Seite des Hühnchens gemacht. Zwar kann man keinem Menschen in der Welt zumuthen, in diesem Dinge wirklich ein Hühnchen zu erkennen; aber es ist doch schon immer etwas, wenn man sagen kann: falls dies ein Hühnchen wird, so wird hier oben der Kopf, diese Seite die rechte, diese die linke desselben sein. Genaue Untersuchungen zeigen aber noch mehr, und zwar ringsum im Rande des mittlern Blattes, welcher Rand garnicht mit dem Hühnchen in Verbindung zu sein scheint, sondern nur wie ein Kranz rings um dasselbe liegt. In den feinen Geweben dieses Randes zeigen sich gegen Ende des ersten Brüttages feine Blutzellen, die später eine wichtige Rolle spielen.

Blicken wir nun noch auf den Dotter im Ganzen, so sehen wir, daß die dreiblättrige Keimscheibe, in deren Mitte sich eine Hühnchen-Form erhebt, mit ihren drei verschiedenen Rändern weit in den Dotter eingreift; das oberste Keimblatt am weitesten, weniger das mittlere; während aber diese beiden Blätter auf der Oberfläche des Dotters sich ausbreiten, geht das unterste Blatt tiefer in den Dotter hinein und breitet sich innerhalb desselben aus.

So weit wäre nun ungefähr das Hühnchen nach vierundzwanzig Stunden; wir werden bald sehen, was es in den nächsten Stunden noch für Kunststücke machen kann.

XIII. Ein Blick in die Hühnerfabrik.

Aus der Geschichte des Hühnchens am ersten Tage seiner Bildung ergiebt sich schon, daß die Natur anders verfährt, als wir Menschen verfahren würden.

Die Natur macht nicht einen Theil fertig und läßt ihn dann ruhen, um zu einem andern überzugehen, damit sie, wenn sie nach und nach Alles gemacht hat, die Zusammensetzung des Hühnchens vornehmen könne. Sie arbeitet vielmehr gleichzeitig und in ununterbrochenem Zusammenhang an allen Theilen zugleich. Ihrem Wirken kommt eine Fabrik weit mehr nahe, als eine Werkstatt. Der Unterschied zwischen menschlicher Fabrik und Werkstatt ist meisthin der, daß in der Fabrik die Theilung der Arbeit und das gleichzeitige Fertigwerden aller einzelnen Theile stattfindet. In derselben Zeit, wo in dem einen Winkel einer Uhrfabrik ein Rädchen gemacht wird, werden auf allen andern Seiten der Fabrik alle übrigen Theile der Uhr gleichzeitig fertig. Bei der Werkstatt ist dies nicht so. Dort muß meisthin der eine Theil des Werkes liegen bleiben, um auf das Fertigwerden des andern zu warten. Die Theilung der Arbeit in der Fabrik fördert die Herstellung des Ganzen, während dagegen die Werkstatt äußerst langsam vorwärts kommt. In diesem Sinne ist wirklich die Natur fabrikmäßig in ihrem Schaffen.

Sie ist aber zugleich eine höchst vollendete, von Menschen durchaus unnachahmliche Fabrik, insofern sie nicht nur gleichzeitig, sondern auch zusammenhängend arbeitet. Während jede menschliche Fabrik, wenn alle einzelnen Theile des Werkes fertig geworden sind, erst noch die Zusammenstellung des ganzen Werkes vornehmen muß, arbeitet die Natur schon sofort einen Theil in den andern hinein, so daß nicht Theile, sondern wirklich ein Ganzes mit einemmale fertig wird.

Wir haben zwar bei der Thätigkeit unserer Hühner-Fabrikation am ersten Tage gezeigt, daß sich vornehmlich der Rücken zuerst auszubilden anfängt; aber man täuscht sich, wenn man glaubt, daß das wirklich schon ein fertiger

Rücken ist, was wir nach den ersten vierundzwanzig Stunden sehen. Weder die Haut, noch das Rückenmark, noch die Knochen, weder das Fleisch, noch die Blutadern, noch die Nerven sind in demselben vorhanden. Alles ist aber zugleich angelegt, um zur Zeit fertig zu werden und zwar zur Zeit, wo das ganze Hühnchen fertig ist, nicht früher und nicht später.

Wie aber sieht es nach dem ersten Tage mit den Seiten und dem Bauch des Hühnchens aus?

Um über diese Frage den Leser vollkommen klar zu machen, müssen wir einen besondern Umstand hier hauptsächlich hervorheben, der sich eigentlich schon von selbst verstehen sollte.

Das, was wir den Rücken des Hühnchens genannt haben und ebenso die blasenartige Buchtung, die wir als Anlage des Kopfes erkennen, ist — das bitten wir unsere Leser sich zu merken — nur eine Erhöhung und Faltung in der Mitte der Keimscheibe, deren Blätter sich dort so gehoben haben. Dieser Rücken sowol wie der sogenannte Kopftheil ist ganz und gar in der Runde verwachsen mit der den Dotter umschließenden Keimscheibe, so daß man diese Körpertheile garnicht vom Dotter abheben kann, ohne die Keimscheibe mit abzuziehen.

Thut man dies aber, oder schneidet man Kopf und Rücken von der Keimscheibe aus und kehrt das Ding, das einen Körpertheil eines Geschöpfes vorstellen soll, um, so findet man, daß weder ein Bauch, noch eine Brust, noch ein sogenanntes Gesicht vorhanden ist. Es ist nichts da als eine Höhlung, welche auf dem Dotter geruht hat, und es zeigt sich auf diesem Dotter auch nicht die geringste Spur, wie und wo hier ein Bauch, eine Brust und der Vordertheil des Kopfes entstehen soll.

Und in der That wird es auch nicht so entstehen, wie

man sich das denken sollte; vielmehr müssen wir schon jetzt auf die wundervolle Erscheinung aufmerksam machen, die sich erst später zeigen wird, die aber zum Verständniß dessen, was am zweiten Tage geschieht, durchaus nothwendig ist.

Die Rückseite des Hühnchens ist eben im Bilden begriffen und sie bildet sich aus einem Theil der Keimscheibe und zwar aus deren Mitte. Die Vorderseite dieses Geschöpfes, das, was man Bauch, Brust u. s. w. nennt, wird noch lange Zeit offen bleiben, offen auf dem Dotter liegend, ja ein wirkliches Schließen wird erst sehr spät stattfinden, fast erst kurz vor dem Auskriechen des Hühnchens aus dem Ei. Aber schon vom zweiten Tage ab wird sich die Anlage zur Bildung der vordern Wände des Körpers zeigen; und zwar ist es auch die Keimscheibe, die diese bilden wird.

Der Vorgang ist ganz eigenthümlich und erfordert, daß man sich die Sache etwas deutlicher macht. Man denke sich das Hühnchen, als ob es ganz und gar in dem Theil läge, den wir jetzt Rücken und Kopf genannt haben, und stelle sich vor, daß die übrige Keimscheibe ringsum nur eine Art Schlauch ist, die das Hühnchen mit dem Dotter verbindet. Für jetzt ist dieser Schlauch weit, sehr weit, viel weiter, größer und breiter als das Hühnchen selber; aber dieser Schlauch wird sich nach und nach unter dem Hühnchen zu verengen anfangen; er wird unter dem Kopf und der Schwanzseite und ebenso zu beiden Seiten des Hühnchens sich zusammenziehen, und gewissermaßen immer mehr und mehr abschnüren, so daß der Schlauch immer enger wird, bis er endlich so dünn wie ein Rohr ist, das innerlich einen Kanal bildet, der vom Hühnchen zum Dotter führt. In dieser Weise wird das Hühnchen auch einen Vordertheil des Körpers bekommen und zwar

aus demselben Zeug, woraus sich der Rücken gebildet und nur mit dem Unterschied, daß der Rücken sich gehoben und der Vordertheil sich durch ein unter dem Hühnchen stattgehabtes Zusammenziehen der Keimscheibe gemacht hat. Das Hühnchen wird dann wie eine Frucht aussehen, die auf einem Stiel, dem Rohre wächst, welches vom Dotter zu demselben hinführt.

Und wirklich ist es so. So ist es nicht nur mit dem Hühnchen, sondern auch mit dem im Mutterschooß ruhenden menschlichen Geschöpf, und der Stiel, woran es dann wächst, ist — die Nabelschnur, durch welche es groß gefüttert wird bis zur Minute, wo es an die Luft dieser Welt ausgesetzt wird.

Nach dieser Vorbereitung wird es uns leichter werden, die Vorgänge des zweiten Tages deutlicher zu machen.

XIV. Wie Einem Hören, Sehen und Denken vergehen kann.

Ist es schon keine Kleinigkeit, dem Treiben des Hühnchens während der ersten vierundzwanzig Stunden der Brütung nachzuspüren, so hat man wahrhaftig alle Hände voll zu thun, wenn man dessen Erlebnisse des zweiten Tages aufzählen soll.

Wir könnten uns zwar das Ding recht leicht machen und glattweg unseren Lesern versichern, daß dieser zweite Tag aus dem Leben des Hühnchens, wie man zu sagen pflegt, der schönste Tag seines Lebens sei, denn es wird an diesem Tage ein Wesen von Kopf und Herz. Aber wir haben viel, viel dem hinzuzufügen, zumal da der Kopf an diesem Tage eher wie vier verschiedene Köpfe aussieht als

wie ein einziger, und was das Herz betrifft, sicherlich kein Mensch auf Gottes weiter Erde behaupten wird, das Hühnchen habe an diesem Tage das Herz auf dem rechten Flecke.

Es geht hierbei aber noch so viel Anderes drum und dran vor, daß wir gut thun, die Hauptsachen der Reihe nach aufzuführen.

Schon am ersten Tage begann sich das hohle Rohr im Rücken zu bilden, welches das Rückenmark aufzunehmen bestimmt ist; am zweiten Tage setzt sich diese Bildung fort, so daß es sich vom Hals abwärts mehr und mehr schließt. Zugleich vermehren sich von beiden Seiten dieses Rohres die Anfänge der Wirbelknochen und fügen sich so zu einander, daß sie das Wirbelrohr umschließen.

Ferner umspannt die unausgesetzt wachsende Keimscheibe immer mehr und mehr den Dotter, so daß sie bald den ganzen Dotter in sich eingeschlossen haben wird. Aber indem sie dies thut, hebt sich der Theil der Keimscheibe, der Hühnchen ist, immer mehr und mehr vom Dotter ab und vollzieht so eine Absonderung oder Abschnürung des Hühnchens vom Dotter.

Vornehmlich aber treten am zweiten Tage der Brütung folgende hauptsächliche Erscheinungen auf.

An der Kopfseite des Thierchens, das wir vor uns haben, erheben sich vier verschieden geformte blasenartige Erhöhungen, so daß man meinen sollte, es wollen sich am Hühnchen vier Köpfe bilden. Gleichwol aber zeigt es sich bald, daß diese Erhöhungen nur Theile eines Gehirnes sind und sie alle zusammen den Kopf ausmachen werden. Und in der That stellt sich's eben um die Mitte des zweiten Tages heraus, daß der Kopf ernstliche Anstalten macht, seinen bevorzugten Charakter zu behaupten.

Das Ei bietet zwar für einen nur einigermaßen

erhabenen Kopf keinen Raum; dazu muß man von diesem Kopfe noch sagen, daß er ganz besonders demüthig erscheint, denn er taucht gewissermaßen in den Dotter unter und sinkt beim Wachsen immer mehr auf die Brust. Der Nacken des Hühnchens ist außerordentlich gebeugt und je mehr der Kopf an Größe zunimmt, desto bescheidener läßt das Hühnchen denselben hängen. Gleichwol giebt sich der Kopf doch als das hauptsächlichste Glied des ganzen Wesens zu erkennen, denn sein Wachsthum ist bedeutend stärker als das des übrigen Körpers, und er macht auch zuerst Anstalt dazu, sich zu einem Dasein außerhalb des Eies vorzubereiten, zu einem Dasein im Lichte dieser Welt, auf der wir so gern wandeln.

Um die angegebene Zeit, um die Mitte des zweiten Tages, bemerkt man nämlich an der vordersten Blase des Kopfes, oder richtiger am Vordertheil des Gehirns, zu jeder Seite desselben eine kleine Erhöhung — den Anfang der Augen.

Die Augen sind in dieser Zeit freilich nur Bläschen, die zu beiden Seiten auf einer andern Blase, dem Vorderhirn, sich bilden. Wenn man den Kopf des Hühnchens sich dazu zurecht legt, so kann man sogar durch den Kopf hindurch von einem Auge zum andern sehen und gewissermaßen beobachten, was eigentlich dort steckt, wo sich bald feste Gehirnmasse befinden soll, die unzweifelhaft die Wohnung der Gedanken dieses Thierchens werden wird. Allein so viele Gedanken dies in uns anregen mag, und so viel wir unser Auge und Hirn dabei anstrengen mögen, man vermag in dieser Stätte der größten Wunder nicht viel mehr zu entdecken, als eine helle Flüssigkeit, in welcher vorerst nicht einmal der Gedanke irgend eines Gedankens sichtbar wird, sondern aus welcher sich noch im Laufe dieses Tages festere Masse als Gehirn ausscheidet. Gleich=

zeitig mit diesem ersten Auftreten des Gehirns tritt das Rückenmark entschieden auf, zuerst ebenfalls nur als Flüssigkeit, welche sich im hohlen Rohr der Wirbel bildet, dann als fester werdende Masse, welche in oder aus der Flüssigkeit entsteht.

Aber nicht das Auge allein ist es, das dem Kopf jetzt schon den Charakter eines Dinges giebt, welches sich vorbereitet, im Lichte des Tages auf der Erde zu wandeln, sondern auch jene Pforten beginnen sich zu beiden Seiten des hintern Hirntheils zu bilden, welche Kunde von dem geben, was in der Entfernung vorgeht, selbst wenn man es nicht sieht. Das Ohr, welches bestimmt ist, auf Erden die Schwingung der Luft als Schall und Ton in sich aufzunehmen, und auf das Bewußtsein des Gehirns zu wirken, das Ohr fängt an, sich schon in der letzten Hälfte des zweiten Tages zu bilden, freilich nur als feines Bläschen, an welchem vorerst nichts von seiner künftigen Bestimmung zu erkennen ist als das eine, daß es ungefähr den Ort einnimmt, wo das fertige Ohr seinen Sitz haben wird.

Bedenkt man nun, daß dies in der verschlossenen Ei-Schale geschieht, wo weder eine Anregung zum Sehen, noch zum Hören, noch zum Denken da ist — also nicht geschieht für den jetzigen Zustand des Hühnchens, sondern für seine ihm völlig unbekannte Zukunft auf Erden, wo ihm Gedanken nöthig sein werden, wo es sein eigenes Kikriki und sonst noch Vieles wird zu hören bekommen, und wo es auch was zu sehen giebt, weil die zwanzig Millionen Meilen weit entfernte Sonne so gut ist, Lichtstrahlen herabzusenden, — bedenkt man dies und noch eine ganze Reihe von Gedanken, die drum und dran hängen, so muß man gestehen, daß bei Betrachtung dieser sich bildenden Gedanken-Werkstätte, dieses Auges und dieses Ohrs in einer verschlossenen Ei-Schale — dem klügsten

Menschen so zu sagen Hören und Sehen und Denken vergehen kann!

XV. Ein Wesen von Kopf und Herz.

„Was aber ist ein Wesen, und hätte es den vollendetsten Kopf, wenn ihm das Herz fehlt?!"

So vielleicht ruft eine gefühlvolle Leserin aus, die es weniger interessirt, wie sich der Kopf des Hühnchens zu bilden anfängt, und sich größeren Genuß verspricht, wenn sie vom Werden des Herzens hört.

Nun denn, so wollen wir zeigen, wie unser Wesen schon am zweiten Tage seines Daseins auch beherzt wird; aber sagen müssen wir sogleich, daß das Herz, das bekanntlich ein kurioses Ding ist, auch ganz kurios in seinem Entstehen ist.

Schon der Ort, wo es entsteht, ist höchst sonderbar und abenteuerlich, und es gehört eine besondere Sorgfalt dazu, um diesen Ort genau zu bezeichnen.

Wir müssen nämlich nicht vergessen, daß unser Geschöpf, das am Ende des ersten Tages etwa wie ein umgestülpter Kahn ausgesehen hat, auch jetzt noch nicht viel hübscher geworden ist. Es hat sich nur in so weit wachsend verändert, daß sich der Kopftheil noch mehr gebuchtet und die Höhlung, die er vorerst bildet, noch weiter vor sich gegangen ist. Die Seitenwände, mit denen es auf dem Dotter lag, haben sich ein wenig mehr nach unten geneigt, und auch das Schwanz-Ende hat sich gebogen, und zwar abwärts an den Dotter hinab. In solcher Weise hat sich der umgestülpte Kahn in die Form eines umgekehrten Parisers verwandelt, der mit der Sohle nach oben liegt.

Stellen wir uns das Hühnchen in dieser Form vor, und vergleichen wir es einmal des Spaßes halber mit einem Pariser, so stellt der Rücken, den uns das Hühnchen zuwendet, die nach oben gekehrte Sohle vor. Die Seitentheile des Schuhes entsprechen der rechten und linken Seite des Hühnchens, der abwärts gehende Hackentheil des Schuhes ähnelt dem abwärts geneigten Schwanztheil des Hühnchens, und die nach unten gekehrte große Höhlung entspricht der nach unten sich beugenden Blase, welche der Kopf des Hühnchens ist, und die wir zur näheren Bezeichnung die Kopfkappe nennen wollen.

Auch insofern ähnelt das Geschöpfchen jetzt einem Schuh, daß es vorerst unten noch ganz offen ist. Die Leibeshöhle, Brusthöhle und Kopfhöhle ist noch an diesem Tage nur ein und dieselbe. Nur in einem Punkte ist es schlimmer dran als ein Schuh, denn es ist mit seinem Rande, dort, wo der Schuh gewöhnlich ringsum mit Band eingefaßt wird, angewachsen an der weiter um den Dotter gehenden Keimscheibe, die sich an diesem Rande umschlägt, um den Dotter in sich einzuschließen.

Bedenken wir nun, daß das ganze Geschöpf eigentlich nur eine Art Auswuchs der Keimscheibe ist, daß diese Keimscheibe eine Blase oder Kappe bildet, statt des Kopfes, daß sie aber, nachdem sie dies gethan, umbiegt, um wieder die Oberfläche des Dotters zu bekleiden, so haben wir gerade hier, bei dem Umbiegen, die Stelle, an welcher sich in sehr sonderbarer Weise das Herz bildet.

Hier an dieser Stelle geschieht nämlich etwas, was bis dahin noch nicht der Fall gewesen ist. Die Keimscheibe besteht, wie wir wissen, eigentlich aus drei Häuten oder Blättern. Diese drei Blätter haben sich bis dahin nicht getrennt, sondern machen all' die Biegungen, Hebungen und Senkungen gemeinschaftlich. Erst an dieser Stelle,

wo die Keimscheibe am untersten Rand der sogenannten Kopfkappe einbiegt, um den Dotter zu bekleiden, erst an dieser Stelle trennt sich das mittlere Blatt vom obersten um ein kleines Stückchen, und indem es auch umbiegt, um ebenfalls den Dotter zu umkleiden, entsteht zwischen dem obersten und dem untersten Blatt eine Art Sack, ein Raum, der berufen ist, das wichtigste Organ des Leibes, das Herz, in sich auszubilden.

Wie aber macht sich ein Herz?

Wahrlich, auch dies ist eine Frage, die zu beantworten nicht geringere Schwierigkeiten hat, als die Frage, wie sich Gedanken machen. Die vorzüglichsten Naturforscher sind für jetzt zufrieden, wenn sie nur erst die Entstehungsweise in den roheren Zügen kennen lernen. Nur so viel steht fest, daß der Bildung des Herzens schon manches vorangegangen ist, das die Grundlage dieser Bildung zu sein scheint, nämlich die Entstehung des Blutes und der das Blut einschließenden Adern, welche eben alle insgesammt ihr Haupt-Büreau am Herzen haben.

Schon im Verlauf des ersten Tages hat sich nämlich am Rande des mittleren Keimblattes ein feines netzartiges Gewebe gebildet, das, wie sich später zeigt, aus hohlen Kanälchen besteht, in welchen sich Blutzellen befinden. Zuerst sind die Blutzellen ungefärbt, aber bald füllen sie sich auch mit gelblich-röthlicher Farbe und bilden die Blutkügelchen, die eigentlich dem Blute die rothe Farbe verleihen. Anfangs sind die Maschen des Gewebes nicht in einem sichtbaren, fortlaufenden Zusammenhang; aber bald bildet sich auch dieser aus, und es treten die Blutkanäle, die Adern, schon deutlicher hervor.

Dies Alles ist bereits am ersten Tage geschehen, noch bevor sich eine sichtbare Spur zur Bildung des Herzens gezeigt hat.

Aber in demselben mittleren Keimblatt, in welchem sich das Blut und dessen Kanäle, die Adern, gebildet, entsteht nun am zweiten Tage an der bezeichneten Stelle zuerst ein hohler Schlauch. Dieser Schlauch theilt sich an seinen beiden Enden in zwei Kanäle, die bereits mit vorgebildeten Kanälen in Verbindung treten; und indem die schon fertigen Blutkügelchen von der einen Seite in den Schlauch eintreten, ist der Schlauch das Herz geworden, und unser Hühnchen ist nun glücklich am heutigen Tage ein Wesen von Kopf und Herz zugleich geworden. —

XVI. Das lebendige Drei-Blatt.

Wir haben die zwei ersten Tage aus dem Dasein eines Hühnchens mit einiger Weitläufigkeit begleitet; aber wir können heilig versichern, daß wir dabei die Dinge garnicht wenig über's Knie gebrochen und, im Grunde genommen, nicht den hundertsten Theil von all' den Merkwürdigkeiten berührt haben, die sich in diesen zwei Tagen ereignen.

Ein Hühnchen ist zwar, selbst wenn es fertig ist, nur ein Hühnchen, und bei mäßigem Appetit verzehrt man es, zumal wenn es gut gebraten ist, in einer Viertelstunde und wischt sich den Mund darauf und thut, als ob garnichts vorgefallen wäre. Wer aber in einem Hühnchen ein Geschöpf sieht, das lebt und zum Leben nicht minder berechtigt ist als wir, und wer darin mehr erkennt als ein Ding, unseren Appetit zu stillen, und in der Entwickelung eines Hühnerlebens die Entwickelung des Lebens selber kennen lernen will, der wird uns verstehen, wenn wir sagen, daß ein ganzes studienreiches Menschenleben nicht ausreicht, um

die vollständige Geschichte dieser zwei Tage in allen Einzelnheiten zu erforschen und darzustellen.

Im Grunde genommen wissen wir uns noch etwas zu Gute darauf, so schnell mit den ersten zwei Tagen dieses kleinen Hühner-Daseins fertig geworden zu sein; aber trotzdem müssen wir uns mit den folgenden Tagen seines Verweilens im Eier-Häuschen kürzer, viel kürzer fassen und aus ihnen nur das Merkwürdigste hervorheben.

Bevor wir indessen diese täglichen Bülletins über das Befinden und Gedeihen unseres Thierchens eröffnen, müssen wir hier einen Ueberblick versuchen über die sonderbare Art, wie solch ein Ding sich entwickelt, und durch eine allgemeine Betrachtung das darlegen, was die Forschung in neuerer Zeit Lichtvolles über diese räthselhafte Thatsache aufgefunden.

Aus drei übereinanderliegenden Häutchen, die alle zusammen anfangs nur als ein kleines Fleckchen auf dem Dotter erscheinen, bildet sich ein ganzes vollständiges Geschöpf. Das Fleckchen ist zuerst nur ein unbedeutender Theil des Dotters, aber gerade die Häute oder Blättchen, welche den Flecken bilden, verstehen es, sich zur Hauptsache und den ganzen Dotter sammt dem Eiweiß zum Nebending, zur Speise für die Häute zu machen. Der Keimfleck frißt buchstäblich das ganze Ei auf und wächst und dehnt und faltet und gestaltet sich dafür so lange, bis er ein Hühnchen ist.

Es fragt sich nun freilich: was giebt diesen Häuten, diesen drei Blättchen, aus denen der Keimfleck besteht, die wunderbare Kraft also zu thun?

Diese Frage ist vorläufig noch unbeantwortet. Die Wissenschaft auf dem jetzigen Standpunkte gesteht ein, daß sie nicht weiß, wie und wodurch diesen Blättern die unbekannte Kraft zukommt. Man weiß es nicht einmal, ob

dies eine neue Kraft ist, die man Lebenskraft nennt, und welche von den physikalischen und chemischen Kräften, die wir theilweise kennen, verschieden ist, oder ob diese sogenannte Lebenskraft nur ein Zusammenwirken bereits bekannter sammt einigen unbekannten Kräften ist. Bis zu dieser Frage reicht die Naturwissenschaft noch nicht heran und wird voraussichtlich noch lange Zeit nicht mit Sicherheit dieses größte Räthsel lösen können. Dafür aber beschäftigt sie sich ernstlich mit der Erforschung der Vorstufen zu dieser Frage, und eine solche Vorstufe ist die gründliche Untersuchung, welche Rolle jedes der drei Blättchen in unserem Keimfleck spielt.

Hierüber haben die Untersuchungen Remak's Licht verbreitet und die Thatsache sicher gestellt, daß jedem der drei Blätter eine besondere Rolle zukommt.

Das oberste Blatt nennt Remak das „Hornblatt". Dieses Blatt bildet schon anfangs einen der edelsten Theile des menschlichen Körpers, das Rückenmarkrohr, und später wird es auch thätig sein bei der Bildung des Auges, des Ohrs, des Geruchs- und Geschmackswerkzeuges; aber im Allgemeinen sind alle Gebilde der Außenseite des Körpers, die Oberhaut, die Haare, Nägel und Federn nur Umgestaltungen, welche das oberste Keimblatt erfährt. Das oberste Keimblatt ist gewissermaßen das Einwickelungsblatt des Geschöpfes. Als solches ist es freilich nur die Grenze zwischen dem Geschöpf und der Welt außer demselben; aber gerade an dieser Grenze, wie z. B. an unserer ganzen Haut, sind die Gefühlsnerven verbreitet, welche dem lebenden Geschöpf Kunde von der Außenwelt geben. Insofern kann man von dem obersten Blatt der Keimscheibe sagen, es sei dazu bestimmt, das künftige lebende Geschöpf von der Außenwelt abzugrenzen und ihm durch die Sinnes-

werkzeuge, die es bilden hilft, die Eindrücke der Außenwelt zu vermitteln.

Das mittlere Keimblatt sahen wir schon bei der Bildung des Blutes und des Herzens thätig. Aus diesem Blatte aber entwickeln sich auch die Nerven, welche sowol die willkürlichen wie die unwillkürlichen Bewegungen des Körpers vermitteln. Man kann daher das mittlere Keimblatt das „Bewegungs-Blatt" nennen, im Allgemeinen nennt man es das Blutblatt, weil die Bildung des Blutes und des Herzens die erste bedeutendste That dieses Blattes ist.

Das unterste Blatt endlich nennt Remak das „Drüsen-Blatt", und weist nach, daß aus ihm sich vornehmlich die inneren Theile des Körpers bilden, deren Gefüge drüsenartig ist, wie z. B. die Leber, die Nieren. Im Ganzen liegt es in der Natur dieses Blattes, alle Organe des Körpers zu bilden, welche zur Aufnahme und Verdauung der Speisen dienen, so daß man dieses Blatt das Nahrungsblatt nennen kann. —

So ist denn ein lebendiges Geschöpf, das fühlt, sieht, hört, schmeckt und riecht, ein lebendes Geschöpf, dessen Herz schlägt und dessen Glieder sich bewegen, ein lebendes Geschöpf, das Speise in sich aufnimmt, sich ernährt und Unbrauchbares wieder entfernt — eigentlich ein lebendig gewordenes Drei-Blatt, das im Ei gewachsen und ausgebildet worden ist. —

Solch ein Drei-Blatt ist ein Hühnchen — und auch der Mensch ist leiblich nichts anderes, denn seine Entwickelungsgeschichte ist der des Hühnchens in den ersten Tagen zum Verwechseln gleich.

XVII. Wie viel das Hühnchen am dritten Tage zu thun hat.

Das Hühnchen schmeichelt sich jetzt zwar erst seit zwei Tagen seines Daseins; aber schon mit dem dritten bekommt es die Courage, sich in einem ganz bedeutenden Punkte selbständig zu machen.

Bisher war es nicht viel mehr als ein Höcker oder Auswuchs auf dem Dotter; jetzt fängt es an, sich von demselben ernstlich abzuschnüren, und betrachtet den Dotter als einen bloßen großen Futtersack, den ihm das gute Schicksal an den offenen Leib geheftet hat.

Das Hühnchen fängt an sich zu fühlen, denn es lebt jetzt wirklich schon. Der Schlauch, den wir als Herz erkannt haben, zieht sich von Zeit zu Zeit zusammen und nimmt von der einen Seite aus den Kanälen, den Adern, das Blut in sich auf und treibt es von der andern Seite wieder hinaus. Bedenkt man, daß man dieses Schlagen des Herzens im aufgebrochenen Ei bemerkt, so läßt es sich denken, daß dies im geschlossenen, sich weiter entwickelnden Ei nur noch kräftiger vor sich geht.

Bisher hat das Hühnchen den Mund nicht aufgethan, denn es hatte keinen. Jetzt am dritten Tage öffnet es ihn auch nicht; aber es zeigt sich doch schon Anstalt, daß es einen Mund bekommen soll, wenn auch in höchst unerwarteter Weise. Es erweist sich nämlich in der Kopf-Höhlung, daß sich eine Art Narbe bildet, und zwar von innen nach außen. An dieser Stelle wird die Kopfwand immer dünner und dünner, bis sie endlich aufreißt und so eine Oeffnung entsteht, aus der sich ein Mund bildet.

Das Charakteristische des dritten Tages aber besteht darin, daß die Keimhaut an beiden Seiten des Hühnchens sich spaltet. Die unteren Theile derselben werden nun

zwei Platten, die immer mehr und mehr zu dem offenen Bauche heranwachsen, um diesen zu verschließen, während die oberen Theile der gespaltenen Keimhaut sich wie ein Mantel um das ganze Geschöpf legen und es in eine Art Haut einhüllen, in welcher es noch lange Zeit liegen wird, bis es dieselbe zerreißt, um aus dem Ei-Gefängniß zu treten. —

Da es uns Menschen im Mutterleibe nicht besser geht und auch wir solch einen Hautmantel um uns haben, in welchem sich das sogenannte Kindeswasser befindet, innerhalb desselben wir schwimmen, so wird man sich leicht über das Schicksal des Hühnchens, das in seinem Gefängniß noch in einer besonderen Haut eingefaltet liegt, zu trösten wissen. Sicherlich haben schon viele unserer Leser gehört, daß es Kinder giebt, die in eine Haut gehüllt zur Welt gekommen sind, und da man diese Haut sogar eine „Glückshaut" nennt, so hat man vielleicht gar Ursache, das Hühnchen glücklich zu preisen, daß es in derselben eingefaltet liegt.

Wie wir bereits gesagt haben, fängt mit dem dritten Tage das eigentliche Schließen der Bauch- und Brusthöhle an; nur bleibt selbst in den späteren Tagen noch ein beträchtliches Loch offen, welches die Nabelöffnung ist. Das Hühnchen fängt an, nur noch durch diese Oeffnung und durch einen Schlauch, der daraus hervorgeht, mit dem Dotter zu verkehren, und nimmt auf diesem Wege seine Speise in höchst bequemer Weise zu sich, da es nicht zu beißen, zu schlucken und zu verdauen braucht, um die Speise in den Darm zu bringen, woselbst sie vorbereitet wird zur Blutflüssigkeit, sondern seine Nahrung schon vollkommen zubereitet aus dem Dotter zieht und diese als Blut zum Herzen sendet, das sich langsam auf das Pulsschlagen einübt.

Man glaube aber nicht, daß das Hühnchen, dem so zu sagen die gebratenen Tauben in den offenen Leib hineinfliegen, sich auf die faule Bank legt; es hat vielmehr viel, sehr viel zu thun und vollbringt auch sein Tagewerk ganz vortrefflich.

Vor Allem bilden sich in ihm die Blutgefäße aus. Desgleichen entsteht durch eigenthümliche Faltungen der Länge nach im ganzen inneren Raum des Thierchens die künftige Darmhöhle. Das Herz hat noch viel zu thun, sich zu senken, zu legen und zu schieben, so daß es von Stunde zu Stunde in anderer Lage erscheint, um endlich seiner späteren Stellung entsprechender zu werden. An einer Hauptader des Herzens erscheinen auch an diesem Tage zwei dünne Läppchen, in welchen sich feine Verästelungen zeigen. Diese Läppchen sind die künftige Leber und die feinen Aeste in derselben sind ein eigenthümliches Ader-System, das später eine wichtige Rolle im Leben spielt, und dessen Erkranken die bekannte Gelbsucht zu Wege bringt. —

In der Brusthöhle bilden sich auch in der Mitte des dritten Tages kleine Anschwellungen aus, an welchen man feine Höckerchen bemerkt. Es ist dies die erste Anlage der Lungen, die auch schon die Anfänge der Luftröhre erkennen lassen. Ferner erhebt sich am hinteren Ende des Darmkanals ein Bläschen, das bald zum Harnsack wird, der noch eine sehr wichtige Rolle in der Geschichte des Ei-Bewohners spielen wird.

Zu diesen Veränderungen und Bildungen im Innern unseres Geschöpfes kommen noch die äußerlich kenntlichen, die darin bestehen, daß sich der Kopf, bis zum dritten Tage wie aus vier Blasen bestehend, jetzt mehr und mehr abflacht und als ein einziger Kopf erscheint, daß sich die Nerven für Auge, Ohr und Nase weiter entwickeln, und

daß endlich an den Bauchplatten kleine Leistchen sich erheben, die sich später zu Füßen und Flügeln ausbilden werden. —

So bekommt denn das Geschöpf von Kopf und Herz auch schon Hand und Fuß.

XVIII. Drei neue Lebenstage.

Was mit unserem Geschöpfe am dritten Tage vorgeht, ist nur eine Vorbereitung für den vierten und fünften Tag, weshalb wir denn diesen Zeitraum zugleich vorführen wollen.

Vor Allem jedoch haben wir ein Kunststück eigener Art zu erzählen, was das Hühnchen bereits am dritten Tage gelernt hat.

Ohne Zweifel hat wol jeder unserer Leser schon von Kindesbewegungen im Mutterleibe gehört; und es ist auch wirklich so, daß die Geschöpfchen in ihren Isolir- und Zellen-Gefängnissen doch Lust zu Regung und Bewegung haben. Ein Unwohlsein der Mutter, der Genuß einer Speise, die dem Kinde nicht bekommt, veranlaßt dieses, das schwerlich weiß, wie ihm geschieht, mit Händen und Füßen dagegen zu protestiren, und es erfolgen heftige Kindesbewegungen, die oft schmerzhafter Natur sind.

Es giebt aber auch Bewegungen dieser armen Gefangenen, die nicht willkürlich und nicht von zufälligen Ursachen herrühren, sondern die für die Entwickelung der werdenden Wesen nothwendig sind. Es sind dies Wendungen oder Drehungen des ganzen Körpers, durch welche Zwecke eigener Art erreicht werden. Eine solche Drehung geht im Hühnchen schon am dritten Tage vor sich und hat

zur Folge, daß das wichtigste Organ des Leibes, das Herz, die richtige Form erhält und auch an den richtigen Fleck zu sitzen kommt.

Es ist nämlich eine Eigenthümlichkeit der Schöpferkraft lebendiger Wesen, daß sie ihr Werk nach den Gesetzen eines gewissen Gleichgewichts anordnet. Alle Leibestheile, die wir zweifach haben, wie Hände, Füße, Augen, Ohren, Lungen, Brüste u. s. w., sind zu beiden Seiten des Leibes gleichmäßig gestellt; alle Leibestheile, von denen uns die Natur nur mit einem Exemplar beschenkt hat, bringt sie in der Mitte des Körpers an, wie Nase, Mund, Kinn, Nacken, Rückenwirbel u. s. w.

Da wir aber nur Ein Herz haben, und dies eine Herz uns oft schon genug zu schaffen macht, so sollte es eigentlich in der Mittellinie des Körpers seinen Sitz einnehmen; und wirklich ist dies auch in der Entstehung der Fall und würde wahrscheinlich auch so bleiben, wenn nicht das neubeherzte Geschöpf durch Drehung und Wendung des ganzen Körpers die Lage des Herzens ändern und die erste Veranlassung zur veränderten Gestalt und Beschaffenheit des Herzens geben würde.

Eine solche Wendung macht nun auch das Hühnchen am dritten Tage, an dem Tage, wo es eigentlich anfängt selbständig zu werden und das Ei, das früher die Hauptsache war, zu einem Werkzeug des Geschöpfes herabsinkt. Es ist also die Wendung oder Drehung die erste That des selbständig gewordenen Wesens, und in Folge dieser ersten That wird es ein Wesen, das das Herz auf den rechten Fleck bekommt. Das Hühnchen dreht sich nämlich mit der Kopfseite so nach rechts hin, daß das Herz, welches unten in der Mittellinie liegt, nach links geschoben und dabei zugleich seine Schlauchform geändert, und zur weiteren Ausbildung in birnförmiger Gestalt vorbereitet wird.

Mit dem vierten und fünften Tage treten nun weitere Entwickelungen des ganzen Lebens ein, deren Betrachtung eine genaue Kenntniß aller einzelnen Theile derselben voraussetzt. Aeußerlich wahrnehmbar sind besonders folgende Veränderungen und Entwickelungen.

Von der Brust, dem unteren Theil des Schwanzes und den beiden Seiten des Bauches her wachsen die Häute immer mehr zusammen und verengen den Eingang zur Bauchhöhle immer mehr, das heißt, es geht die oft erwähnte Abschnürung des Geschöpfes immer weiter vor sich. Zugleich wächst auch die Umhüllung desselben ihren Gang fort, so daß es am Ende des fünften Tages ganz in einer neuen Haut eingebettet liegt.

Es verlängern sich nun auch die Wirbel nach unten hin, so daß die Wirbelsäule weiter ausgebildet wird. Ferner wächst der nach unten sich krümmende Hals derart, daß der Kopf immer tiefer nach unten taucht, und da auch die Schwanzseite sich abwärts dehnt, so ist die Lage des Thierchens so, daß seine äußersten Enden sich fast unter dem Leibe berühren. Von den Sinneswerkzeugen bildet sich das Auge am weitesten aus, und die Füße und Flügel durchlaufen eine Reihe von Veränderungen, daß man von ihnen sagen kann, sie sehen alle Tage anders aus.

Am dritten Tage waren sie nur als feine Leistchen auf den Bauchplatten sichtbar; am vierten Tage ragen sie wie Blättchen hervor, und am fünften Tage haben sich die Blättchen zu vier meißelartigen Ansätzen umgewandelt und sehen wie Stumpfe abgehackter Glieder aus.

Am Schluß dieses fünften Tages hat sich aber auch zugleich der Harnsack, welcher außerhalb des Körpers des Hühnchens liegt, ausgebildet, und zugleich ist die Umhüllung des Hühnchens so vollendet, daß es jetzt durch dieselbe vom übrigen Ei getrennt ist und seine besondere

Behausung einnimmt, zum Zeichen, daß es jetzt nur noch durch den Nabel in Verbindung mit dem Dotter steht, durch welchen es seine Speise als selbständiges Wesen bezieht.

Es hat auch das ganze Ei hiernach eine wesentliche Veränderung erlitten. Das Eiweiß hat sich vermindert und ist fester, der Dotter dagegen größer und sein Inhalt flüssiger geworden. Es ist offenbar, daß im Dotter etwas Aehnliches vorgeht, wie in unserem Magen und Darm, woselbst die Speise, die wir in den Mund stecken, vorbereitet wird, ernährendes Blut zu werden. Da das Hühnchen weder seinen Mund, der sich erst bildet, noch seinen Magen, noch seinen Darm hierzu gebraucht, so übernimmt der Dotter, der später ganz aufgegessen werden soll, dieses durchaus nicht kleine Geschäft, sich selber zu einer das Hühnchen ernährenden Speise zu verarbeiten.

XIX. Wie das Hühnchen anfängt, Tauschgeschäfte zu machen.

Bis zum sechsten Tage beschäftigt sich unser Hühnchen nur mit innern Angelegenheiten. Das Ei ist seine Welt und die ganze große weite Welt da draußen kümmert unser Geschöpf nicht weiter. Mit dem sechsten Tage aber fängt es an, sich auch um das Ausland zu kümmern und eröffnet ein Tauschgeschäft mit der Welt, das nicht mehr aufhört, als bis das letzte Stündlein geschlagen hat und der letzte Athemzug des Hühnchens verhaucht ist.

Und bei diesem merkwürdigen Tauschgeschäft, das im Ei von innen nach der Welt draußen hin vorgeht, dient eben der mehrfach erwähnte Harnsack als äußerst geschickter

Kommissionär, der sich zur Vergrößerung seines Geschäfts ganz außerordentlich auszubreiten versteht.

Da hiermit eine ganz neue Lebensepoche des Hühnchens beginnt, so müssen wir die Sache ein wenig umfassender betrachten. Die ersten zwei Tage hat, wie wir wissen, das Hühnchen ein herzloses Dasein geführt. Ein Blutumlauf fand in dieser Zeit eben noch nicht statt. Dieser ernährende Lebenssaft hatte mindestens in den ersten zwei Tagen noch keine bestimmten Wege und Bahnen und die Gestaltung und Entwickelung des Hühnchens scheint nur erhalten worden zu sein durch die Dotterspeise allein, die durch den Kanal, der in die Mitte des Dotters hinführt, ihm zugekommen ist.

Erst mit dem dritten Tage trat sowol das bewegte Blut wie das Blnt aufnehmende und weitertreibende Herz auf. Aber dieses Blut, das jetzt zum Herzen hin und vom Herzen aus weiter strömt, hat, wie das auch fernerhin der Fall ist, einen Kreislauf und zwar einen Kreislauf durch den Körper des Hühnchens und einen Theil des auf dem Dotter verbreiteten mittleren Keimblattes, der der Dotterhof genannt wird. — Der Kreislauf des Blutes also war vom dritten bis zum sechsten Tage auf einen Theil der Keimhaut und den Körper des Hühnchens beschränkt und scheint mehr die Bildung neuen Blutes als die Verbesserung des verbrauchten Blutes bezweckt zu haben.

So hat denn das Hühnchen bis zum sechsten Tage zwei sehr wesentlich verschiedene Epochen seines Daseins erlebt. Die erste, wo es noch gar keinen Blut-Kreislauf gab, und die zweite, wo das Blut durch das Hühnchen und einen Theil der Keimscheibe, den Dotterhof, zirkulirte.

Mit dem sechsten Tage bildet sich ein neues Organ aus, das dem Kreislauf des Blutes eine ganz andere Richtung giebt, in Folge welcher auch der Kreislauf durch den

Dotterhof nach und nach abstirbt. Und dieses Organ ist der Harnsack.

Wir haben es bereits erwähnt, daß dieser Sack eine Blase ist, welche vom Hintertheil des Hühnchens sich abhebt. Anfangs ist diese Blase sehr klein und bescheiden, kaum wie ein Nadelknopf groß. Mit dem dritten Tage fängt sie an zu wachsen und kann deutlicher in Augenschein genommen werden.

Da inzwischen sich auch der Bauch des Thierchens geschlossen hat und nur am Nabel ein Loch bleibt, durch welches das Rohr zum Dotterkanal geht, um dort neue Speise aufzunehmen, so ist auch hier die Stelle, wo der Harnsack an einem sich ausbildenden feinen Rohr hängt und so an der Nabelöffnung sich ein zwiefacher Ausgang befindet.

Der Harnsack wächst nun ungemein stark und in seiner Haut zeigen sich feinere und stärkere Blutadern, in denen das Blut vom Körper aus hinströmt. Hier werden nun die Aederchen immer feiner, so daß sie ein außerordentlich zartes Netz bilden, das man Haargefäße oder Kapillargefäße nennt. Das Blut geht also durch diese feinen Kanälchen in die Haut des Harnsacks und kehrt sodann durch ein anderes Gezweige von Blutadern, die sich gleichfalls in der Haut des Harnsacks befinden, wieder zurück zum Nabel und in den Körper des Hühnchens. Es versteht sich von selbst, daß das Blut, das in den Harnsack einströmt, vom Herzen herkommt, und das rückströmende Blut zum Herzen hinströmt und daß die ganze Maschinerie eigentlich vom Zusammenziehen und Ausdehnen des Herzens oder von dem sogenannten Pulsschlag des Herzens herrührt.

Zu welchem Zweck aber macht das Blut solchen Spazierlauf?

Der Zweck ist einzig und allein derselbe, den wir beim Athmen haben, und das ist der, daß wir dem Blute unseres Leibes den Sauerstoff der Luft zuführen und die Kohle des verbrauchten Blutes aus dem Körper hinauswerfen.

So sonderbar es auch dem Uneingeweihten klingen mag, so wahr und unumstößlich ist es dennoch, daß jedes Tröpfchen Blut, das aus unserm Körper in das Herz zurückströmt, mit der Kohle geschwängert ist, die wir in den Speisen in uns aufgenommen haben. Das aus dem Körper zum Herzen strömende Blut ist kohlenhaltig und ist so sehr schädlich für unser Leben, daß wir eines schnellen Todes sterben, wenn wir es nicht verändern. Zu diesem Zweck sendet das Herz das kohlenstoffhaltige, geschwärzte Blut durch eigene Adern in die Lungen. Hier athmen wir frische Luft ein, die Sauerstoff enthält und athmen Luft aus, wodurch eben der Kohlenstoff in Verbindung mit Sauerstoff aus dem Körper hinausgeworfen wird, und die Folge davon ist eine fortwährende Reinigung des Blutes, die unumgänglich zum Leben nöthig ist.

Ganz dasselbe geht im Ei in der Haut des Harnsacks vor sich, wie wir dies im nächsten Abschnitt sogleich sehen werden.

XX. Das Kommissionsgeschäft für ungeborne Wesen.

Der Harnsack des Hühnchens wächst nun vom sechsten Brüttage an immer bedeutender und dehnt sich, so weit nur ein Plätzchen da ist, bis an die Eischale aus. Da um diese Zeit das Eiweiß schon fast verschwunden und nur noch im spitzen Ende des Eies vorhanden ist, so legt sich die Haut des Harnsacks fast vollständig an die innere

Kalkwand des Eies an und indem durch die Adern dieser Haut das Blut des Hühnchens hindurchströmt, tritt es der Luft draußen ziemlich nahe und ist von derselben nur durch die feine Haut der Adern, die Häute der Eischale und die Schale selbst getrennt.

Man sollte nun freilich glauben, daß es unmöglich sei, durch solche Hindernisse, wie eine Kalkschale nnd drei Häute sind, Luft schöpfen und ausathmen zu können; denn wenn auch die Eischale selbst voll kleiner feiner Löcherchen ist, so sind doch die Häute, welche die Luft vom Blut absperren, keineswegs durchlöchert und bilden einen Verschluß, durch welchen man einen solchen Austausch von Stoffen nicht gut für möglich halten sollte.

Und doch ist dies der Fall. Das Ei athmet durch den Harnsack Kohlensäure aus und athmet Sauerstoff ein, so gut wie wir es mit den Lungen thun.

Es geschieht dies in einer von der Wissenschaft noch nicht völlig aufgeklärten Weise, in welcher durch alle Hautarten hindurch ein Austausch sowol von Flüssigkeiten, wie von Luftarten stattfinden kann. Macht man mitten in einem Glas eine aufrechtstehende Wand aus Schweineblase und füllt die eine Hälfte des Glases mit Wasser, die andere mit Weingeist, so lehrt der Versuch, daß in kurzer Zeit in der Seite, wo Weingeist ist, Wasser sich befindet, ja es dringt durch die Schweinsblase so viel Wasser hindurch, daß die Flüssigkeit auf der andern Seite steigt, während das Wasser abnimmt, selbst wenn beim Beginn des Versuches die Flüssigkeiten in beiden Seiten gleich hoch gestanden haben. — Ein ganz ähnliches Verhalten stellt sich bei einer Scheidewand aus Thierhaut heraus, die zwei verschiedene Luftarten von einander trennt, es zeigt sich, daß die Luftarten durch die Scheidewand von der einen zur anderen Seite hindurchgehen können.

Auch wir Menschen verrichten mit jedem Athemzug dasselbe Kunststück, denn wenn es auch ganz richtig ist, daß das Herz Blut nach der Lunge strömen läßt, und wir durch das Aufathmen dem Blute Luft zuführen, so darf man sich doch nicht vorstellen, als ob wirklich in der Lunge Blut und Luft sich berühren, vielmehr sind beide durch zwei feine Häutchen getrennt, da die ganze Lunge nichts weiter ist, als außerordentlich feine Aestchen von Blutadern, die nirgends eine Oeffnung haben; um diese Aestchen eben winden sich eine ganze Masse feiner Luft-Kanälchen, und obwol das Blut in solcher Weise durch die Wände der Adern und ebenso die Luft durch die Wände der Kanälchen abgeschlossen ist, genügt doch die innige Berührung dieser Scheidewände vollkommen, um aus dem Blut Kohlensäure austreten und Sauerstoff eintreten zu lassen.

Wir können daher im vollen Sinne des Wortes sagen, daß unser Hühnchen von dem sechsten Tage an eine ganz wunderliche Lunge bekommt, und diese Lunge ist eben der Harnsack, dessen Wand sich mit ihren feinen Blutadern an die Schale des Eies anlegt und hier durch diesen Kommissionär ein Tauschgeschäft vollzieht, wobei der Sauerstoff der Luft von draußen ins Bereich des Eies gebracht und von drinnen Kohlensäure nach außen abgeschieden wird.

Wenn bisher unser Hühnchen noch nicht den Namen eines Weltbürgers verdient, weil es im Ei eingeschlossen lag, weil es weder der Welt etwas abgab, noch von dieser etwas verlangte, als höchstens eine Portion Wärme, so kann man jetzt nach dem sechsten Tage sagen, daß unser armes Wesen von seinem Gefängniß aus mit der großen Welt in wechselseitigen Verkehr tritt: es athmet, es lebt, es ist ein Bürger dieser Welt, und obwol es noch ganz gut verpackt liegt und noch viel zu thun hat, um das Licht

des Tages zu erblicken, müssen wir doch gestehen, daß ihm schon jetzt unsere Gratulation zu einem neuen Dasein gebührt.

Wie aber, fragt vielleicht ein wißbegieriger Leser, mag es wol uns weisen Menschen im Mutterleibe ergehen? Athmen wir dort auch und schafft uns die Natur eine ähnliche künstliche Lunge, die das Tauschgeschäft mit der Außenwelt vermittelt?

Wol athmen wir im Mutterleibe; nicht mit dem Munde, sondern auch durch den Nabel, wie das Hühnchen; aber wir haben einen bessern Kommissionär, oder richtiger, eine liebe Kommissionärin für dieses Tauschgeschäft, denn die Mutter athmet für uns mit.

Von ihrem Herzblut pulst ein Strom reinen Blutes nach dem sogenannten Mutterkuchen, nach der Nachgeburt; hier findet es einen Strom verbrauchten Blutes vor, der vom Kinde gleichfalls durch die Nabelschnur dahin pulst, und obwol auch hier zwei feine Häutchen das Blut der Mutter von dem des Kindes trennen, findet doch ein Austausch statt. Das Blut der Mutter giebt dem des Kindes den Sauerstoff und nimmt dem des Kindes die Kohlensäure, und da athmen eben nichts ist als ein Tauschgeschäft von Kohlensäure gegen Sauerstoff, so kann man im vollen Sinne des Wortes sagen, daß wir auch im Mutterleibe athmen.

Es kommt oft vor, daß Kinder zur Welt kommen, ohne daß sie mit dem Munde athmen: so lange nur die Nabelschnur pulst, schadet es nichts; denn die Mutter athmet noch immer für dasselbe. In dem Augenblick aber, wo man das Kind zum Schreien bringt, es also selbst athmet, in demselben Augenblick hört die Nabelschnur auf zu pulsiren, und die liebe Kommissionärin hört auf, das Tauschgeschäft für ihr Kind zu besorgen.

Ein Ei und eine Mutter betreiben also so zu sagen ein Kommissionsgeschäft für ungeborne Wesen!

XXI. Wie gescheidt das Hühnchen ist.

Von der Zeit ab, wo das Hühnchen durch das Athmen mit der Außenwelt in Verbindung tritt, ist die Geschichte seiner Entwickelung nur eine Geschichte der Ausbildung seiner fast vollständig vorhandenen einzelnen Glieder und Körpertheile, und wir können, da wir nicht auf Einzelnheiten eingehen mögen, die ganze Reihe von Tagen bis zu seinem Auskriechen nunmehr zusammenfassen.

Zwar darf man sich nicht vorstellen, daß das Hühnchen am sechsten Tage auch dem Auge des Unkundigen als ein Geschöpf von unzweifelhaftem Charakter erscheint. Wenn man das Ding, wie es ist, abgelöst vom Dotter, vom Harnsack und von dem Hautmantel, in dem es gelegen, einem Unkundigen vorsetzt, so wird er es zwar als ein im Werden begriffenes lebendes Wesen anerkennen; aber es soll ihm schwer werden zu sagen, ob dies eine jugendliche Maus oder ein Fisch oder ein Vogel ist. Ja, selbst dem Kundigen, der leicht entdecken wird, daß dies ein Vogel sein muß, wird es schwer, zu bestimmen, ob er ein Hühnchen oder eine Taube oder einen Geier vor sich hat. — Gleichwol ist von den Gliedern schon alles in der Anlage da, und unser Geschöpf bedarf jetzt nur der weiteren Ausbildung derselben.

Das Mutterhuhn, wenn es das Brütgeschäft selbst besorgt, weiß dies auch und selbst der Hahn, der Herr Papa, muß hiervon eine Ahnung haben.

Bis zum sechsten Tage nämlich verläßt das Mutterhuhn die Eier nur im äußersten Nothfall auf wenige Augenblicke

und wenn der Herr Papa bei der Hand ist, setzt er sich wol unterdessen, wenn auch nicht so manierlich, wie die getreue Gattin, über die Eier, um sie nicht kalt werden zu lassen. Vom sechsten Tage ab erlaubt sich das Huhn schon etwas mehr Freiheit, und der geliebte Gatte bequemt sich schon seltener dazu, Wartefrau zu spielen.

Als Grund dieser Thatsache nahm man sonst an, daß von dieser Zeit ab die Hühnchen schon stark genug sein mögen, einen kleinen Schnupfen durch Erkältung zu ertragen; jetzt weiß man es besser. Das Huhn und auch der Hahn sind in ihrer Weise sehr gelehrte Chemiker, obgleich sie es schwerlich ahnen, wie gescheidt sie sind. Die Chemie und zwar die neuesten Forschungen des großen deutschen Chemikers Liebig haben es bewiesen, daß durch die Athmung von Sauerstoff die Körperwärme erzeugt wird. Wenn wir daher nur gut athmen können, können wir schon eine Portion Kälte vertragen, wohingegen Schwindsüchtige, die wenig Lunge haben, fortwährend, selbst im heißen Sommer, frösteln. Da nun von der Zeit ab, wo der Harnsack im Ei das Geschäft des Athmens übernimmt, eine Portion Wärme im Ei selbst erzeugt wird, ist eine kleine Pause der Brütung nicht von wesentlichem Nachtheil und hat wahrscheinlich nur zur Folge, daß die Athmung etwas schneller vor sich geht.

Man sieht, nicht nur die weisen Naturforscher unserer Zeit, sondern auch Hahn, Henne und Hühnchen sind von uralten Zeiten her ganz und gar Liebig's Ansicht!

Was nun eben das Hühnchen selbst betrifft, so beeilt es sich vom sechsten bis zum zehnten Tage in allen seinen Theilen dereinst ein würdiges Mitglied der Vogel-Gesellschaft zu werden.

Zu diesem Zwecke reckt und dehnt sich sein Hals ganz besonders stark. Bisher war eigentlich ein Hals garnicht

vorhanden, denn der Kopf und der Rumpf waren, wie man zu sagen pflegt, wie aus Einem Guß; nunmehr erst wächst der Hals und zwar von der Rückseite aus am kräftigsten, so daß der Kopf sich noch weiter nach unten neigt. Indem aber der Körper des Hühnchens selbst wächst, kommt die Zeit schnell heran, wo es nicht mehr in seiner Querlage Platz hat und es dreht deshalb die Brust nach dem breiten Ende des Eies, so daß es jetzt schon eher wie ein ordentliches Wesen der Länge nach in seinem Bette liegen will.

Allein an dem breiten Ende ist, wie wir wissen, der Luftraum und da der Kopf des Hühnchens Ursache hat, sich von hier nicht zu weit zu entfernen, ist es genöthigt, sowohl durch den wachsenden Hals, der den Kopf nach unten schiebt, wie durch die Drehung des ganzen Körpers ein eigenes Manöver zu machen oder mit sich machen zu lassen.

Dies besteht nun in seiner Vollendung darin, daß der Kopf sich unter den Flügel legt und nicht etwa mit dem Schnabel nach hinten, wie man sich's denken sollte, sondern umgekehrt, mit dem Schnabel nach vorn, wodurch derselbe, wenn es so weit ist, an den Rand des Luftraumes zu liegen kommt. Der Hals biegt sich hierbei wie ein lateinisches S erst nach der einen Seite rückwärts und dann am Kopf zurück und vorwärts: eine Lage, die den jungen Hühnern, selbst wenn sie zur Welt gekommen sind, ganz wohl zu thun scheint, wenigstens findet man, daß sie dieselbe zuweilen freiwillig annehmen, selbst wenn sie nichts in der Welt hindert, den Kopf stramm zu halten.

Wir sprechen hier freilich schon vom Flügel und Schnabel, obwol es in dem Flügel noch nicht weit vorgeschritten ist und sich des Schnabels noch garnicht rühmen kann; allein da es bisher so gescheidt war, zu seinen Gliedern zu kommen, dürfen wir sicher sein, daß

es sich mit Flügel und Schnabel auch ganz gescheidt machen wird; denn Flügel und Schnabel sind eben die Erkennungszeichen des Vogels. — Daß dem so ist, wollen wir sofort sehen.

XXII. Bis zum Auskriechen.

Von den vielen Wundern der Entwickelung einzelner Glieder und Körpertheile am Hühnchen heben wir die Bildung des Mundes und des Schnabels, sowie die der Flügel besonders hervor, weil diese Theile in ihrer Form bekannt genug als die Kennzeichen des Vogelgeschlechts sind und deshalb die Beschreibung ihrer Entwickelung verständlicher wird, als die von vielen anderen.

Was den Mund des Thierchens betrifft, so entsteht er eigentlich recht spät. — Ursprünglich ist, wie wir wissen, Kopf-, Brust- und Bauchhöhle nur ein und dasselbe und wenn sich diese unten unverschlossene Höhle durch die Abschnürung zu schließen anfängt, scheint weder ein Platz für einen so langen Hals, noch gar für einen besonderen Mund da zu sein. Erst später, wo der Hals gewissermaßen wie aus dem Rumpf hervorwächst, sondert sich der Kopf vom Rumpf und man bekommt einen ungefähren Begriff davon, wo sich hier ein Mund bilden könnte.

Gleichwol ist die Art und Weise, wie sich der Mund bildet, sehr überraschend.

Es zeigen sich nämlich so sonderbare Spaltungen und Hervorragungen unter der Stirn des Thierchens, daß man darauf schwören möchte, es wolle sich hier ein Fisch bilden, dessen Kiemen man vor sich sähe. Diese Kiemen, die man bereits am sechsten Tage deutlich sieht, geben sich

erst am zehnten Tage etwa als das zu erkennen, was sie sein sollen und zwar sind sie die Theile des Ober- und Unterkiefers, die der Mund des Thieres werden.

Erst sehr spät spitzt sich dieser Mund und bekommt seinen hornigen Ueberzug, den Schnabel, und da der Schnabel gerade das Charakteristische des Vogels ist, so kann man erst jetzt das Geschöpf als ein Wesen bezeichnen, das zwar auf der Erde zu leben bestimmt ist, das aber die schöne Gabe besitzt, sich zuweilen schwebend über die Erde zu erheben.

Hierzu bedarf es freilich der Flügel, und an den Flügeln der Federn; die Bildung der Flügel aber ist eben so eigenthümlich, daß der Unkundige bei dem Beginn dieser Bildung kaum die Entwickelung derselben ahnen möchte.

Anfangs lassen sich Flügel und Füße garnicht unterscheiden. Sie sind vor dem sechsten Tage nur unansehnliche Leistchen, die sich wie ein Meißel ansehen. Ungefähr gleichzeitig mit der Ausbildung des Schnabels, der dem Thierchen den Charakter des Vogels verleiht, bilden sich auch die Flügel anders, als die Füße aus. Während die Füße ihre Einbiegung, also das Knie, nach vorn richten, richtet sich die Einbiegung des Flügels, also der Ellenbogen, nach hinten und die Lage ist etwa am zehnten Tage so, daß Knie und Ellenbogen sich fast berühren. Während sich nun am Fuß die Zehen bilden, entsteht am Vorderarm des Thierchens eine Art verkümmerte Hand, die aber nur zwei Finger hat und zwar sehr lange Finger; denn diese Finger sind eben der Ansatz der Hauptschwungfedern, die dereinst das Geschöpf durch die Luft zu tragen bestimmt sind. So sonderbar dies denen klingen mag, die da meinen, daß nur wir Menschen und höchstens die Affen mit Händen gesegnet sind, so richtig ist es dennoch, wenn die Naturforscher in den Flügeln Arme, Hände und Finger

wiederfinden, freilich all dies in einer Weise umgestaltet, wie es zum Nutzen des Geschöpfes und zum Zweck seiner Bestimmung eingerichtet sein muß.

Indem wir nunmehr mit dem nächsten Abschnitt die Bildung des Hühnchens so weit fortführen wollen, daß es zum Auskriechen reif ist, wollen wir nur noch eines wesentlichen Theiles des Körpers erwähnen, der besonders in der letzten Zeit die völlige Ausbildung erhält; es ist dies solch ein Theil, der dem Hühnchen, während es im Ei wohnt, zu gar nichts nützt, den es aber sofort wird gebrauchen müssen, wenn es nur das Licht dieser Welt erblickt.

Zwar gehört der größte Theil dieser Glieder und Organe zu dieser Gattung. Das Hühnchen braucht im Ei weder Füße noch Flügel, weder Augen noch Ohren, weder Nase noch Zunge. Allein diese Körpertheile sind derart, daß sie während des Lebens in der Welt wenigstens auf kurze Zeit gemißt werden können; ja, während des Schlafes wirklich gemißt werden. Dahingegen giebt es Organe, die im Ei gar nichts zu thun haben; aber sofort nach dem Auszug aus dieser Behausung unausgesetzt durch das ganze Leben hindurch thätig sein müssen, ohne jemals ermüden zu dürfen. Das hauptsächlichste dieser Organe ist die Lunge.

Wie sich die Lunge als Höckerchen zu bilden anfängt, haben wir bereits in den ersten Tagen des Daseins unseres Geschöpfes betrachtet. Die weitere Bildung und die endliche Vollendung geht erst in der letzten Zeit der Brütung vor sich, und in dieser stellt sich die Lunge als ein feinverzweigtes Adersystem dar, um welches und durch welches hindurch sich ein ebenso feinverzweigtes System von Luftwegen schlängelt. Da das Thierchen im Ei nicht mit der Lunge athmet, tritt auch das Blut nicht aus dem

Herzen in die Lunge, obwol der Weg dahin durch eine große Ader führt. Die Lunge ist also im Ei zu nichts zu gebrauchen, außerhalb desselben aber, schon von der ersten Minute ab bis zum Ende des Daseins nicht einen Augenblick zu missen. — Da aber die Lunge das Blut vom Herzen empfängt und wieder gereinigt zum Herzen zurücksendet, und dieser Lauf des Blutes im Ei-Leben nicht stattfindet, so läßt sich's denken, daß auch im Herzen im Augenblick des Eintritts eines Geschöpfes in die Welt eine wesentliche Veränderung vorgehen muß, und da wir eben dabei sind, unser lange gehegtes Hühnchen in die Welt hinaus zu begleiten, wollen wir zu seinem Abschied von dem Ei-Leben oder seinem Willkommen in dem Erdendasein noch einen Liebesblick auf sein Herz werfen, wie es sich in solchen feierlichen Augenblicken gebührt.

XXIII. Wie das Hühnchen sich reisefertig für das Leben macht.

Der Augenblick, in welchem wir Menschen geboren werden, ist von solcher plötzlichen Umwandlung unseres innersten Wesens begleitet, daß man sich nicht wundern darf, daß wir laut schreiend diese Welt betreten. In dieser Beziehung hat es das Hühnchen schon besser, denn die Umwandlung geschieht nicht so plötzlich und macht auch deshalb nicht einen so kräftigen Eindruck auf den jungen Weltbürger, obgleich sie ihrer Natur nach ganz dieselbe ist.

So lange nämlich die Lungen vor der Geburt unbenutzt da liegen, so lange treibt das Herz kein Blut in dieselben ein. Es führt wol eine große Ader vom

Herzen zur Lunge und von der Lunge wieder zu einer anderen Abtheilung des Herzens; allein das Blut nimmt vor der Geburt nicht diesen Umweg, um von einem Theil des Herzens zum andern zu gelangen, sondern die Natur hat es ihm durch ein offenes Loch, das von dem einen Theil des Herzens zum andern führt, bequemer gemacht und es gebraucht diese Bequemlichkeit ganz ungenirt. Mit der Geburt aber, wo es gilt, die Lunge des jungen Weltwesens in Thätigkeit zu setzen und durch dieselbe seinem Blute den Sauerstoff der Luft zuzuführen, da muß auch das Herz eine Umwandlung erfahren und diese besteht eben darin, daß es nicht mehr das Blut durch jenes Loch von einer Herz-Abtheilung zur anderen treibt, sondern dasselbe zwingt, durch die Adern zur Lunge und von dieser erst wieder zum Herzen zu strömen.

Das Geborenwerden ist daher ein Moment, der wirklich an's Herz geht, und dasselbe in sofern auch umwandelt, als jenes Loch von einer Abtheilung des Herzens zur anderen sich zu verschließen anfängt, und zwar durch eine bereits vorräthige Haut-Klappe, die sich vor das Loch legt und später die Verwachsung desselben veranlaßt. In seltenen Fällen kommt es bei Menschen vor, daß diese Verwachsung nicht vollständig ist, und dies bringt es zu wege, daß kohlenstoffhaltiges Blut in den Körper tritt und die glücklicherweise seltene „Blausucht" verursacht, gegen die kein Kraut gewachsen ist.

Man wird gestehen, daß diese innere Umwandlung des Menschen bei der Geburt höchst bedeutsam ist und daß sein Aufschreien an sich gerechtfertigt, auch wenn es nicht außerordentlich wohlthätig wäre, da durch dasselbe so eigentlich der Athmungsprozeß eingeleitet und das Welt-Leben erst begonnen wird.

Dem Hühnchen indessen ist mehr Zeit gelassen, diese

Umwandlung durchzumachen und die letzten Tage seines Ei-Lebens leiten dieselbe sehr regelmäßig ein.

Wir zweibeinigen Geschöpfe ohne Federn, wie ein griechischer Philosoph uns Menschen nannte, werden sehr gewaltsam und unhöflich aus der Wohnung im Mutterschooße exmittirt; mit dem Hühnchen geht es weit glimpflicher zu, denn schon vom achtzehnten Tage an geschehen die Wunder der Vorbereitung für dieses Leben.

Fassen wir die Gesammterscheinungen dieser letzten Tage des Ei-Lebens zusammen, so finden wir, daß Dotter und Eiweiß fast ganz geschwunden sind. Der Dottersack, der am Nabel hängt, hat nur noch wenig Flüssigkeit in sich und schlüpft endlich vor dem Auskriechen aus dem Ei ganz und gar in den Leib des Hühnchens hinein. Hierdurch erst erhält der Leib des Hühnchens die Gestalt, in welcher sein Schwanz aufgerichtet ist. Der Harnsack, der das Athmungsgeschäft versehen hatte, thut dies auch in den letzten Tagen; aber er dorrt doch nach und nach zusammen und klebt dabei an die Eischale an, sobald das Hühnchen anfängt, durch die Lungen zu athmen, was oft schon am zwanzigsten Tage der Fall ist; wobei die Luft im Luftraum den Stoff für die ersten Athemzüge unseres Geschöpfes darbietet. Hat aber einmal die Athmung begonnen, so wird sie fortgesetzt und in demselben Maße stirbt der Kreislauf des Blutes durch den Harnsack ab und dieser dient nur noch dazu, mit seinen feinen und groben Ader-Geweben eine zierliche Tapete an den Wänden des Eies zu bilden, so daß die Wohnung des Hühnchens beim Ausziehen desselben schöner ist als bei dessen Einzug.

Dem Hühnchen scheint daher die alte Wohnung gar nicht so unbehaglich und es übereilt sich keineswegs bei der Räumung derselben. Seine Ziehzeit beträgt, wie die der großen Herrschaften, zwei Tage und es hat den Vor-

zug vor dem Menschen, sich im vollen Sinne des Wortes die Welt erst ansehen zu können, bevor es in dieselbe seinen Einzug hält.

Zu diesem Zwecke pickt der Schnabel am Luftraum und durchbricht denselben; sodann macht er sich an die Eischale und hämmert so lange daran, bis ein Riß da ist oder ein Stückchen abspringt. Die eindringende Luft wird nun kräftiger geathmet; allein die eingeengte Lunge gestattet keine recht tiefe Athmung und veranlaßt das Hühnchen, sein Gefängniß weiter auszubrechen. Nach und nach vergrößert es daher das Loch in der Schale, bis es den Kopf herausstecken kann. Jetzt erst schöpft es frei und voll Athem, und so wie dies der Fall ist, stirbt der Harnsack ganz und gar ab; auch die Stelle, wo er am Nabel angewachsen ist, verdorrt und reißt ab, sobald das Hühnchen sich bewegt und somit ist das Geschöpf frei und es steht ihm nichts im Wege, aus dem Gefängniß zu kommen, als die nur noch sehr schwache Eischale.

Das Hühnchen beeilt sich aber keineswegs hiermit. Es liegt vielmehr oft stundenlang mit dem Kopf zum Fenster heraus und drückt nur von Zeit zu Zeit gegen die Eischale, um sie ganz zu sprengen. Ist dies aber erfolgt, so versteht es schon die eben noch sehr zusammengepreßten Beinchen zu regen und thut ganz meisterlich seinen Schritt in das Dasein, das Menschenkind beschämend, das unfreiwillig und unbeholfen in die Welt hinausgestoßen wird und diese nur durch sein unmelodisches Geschrei begrüßt.

XXIV. Ein gedankenschwerer Abschied vom Hühnchen!

So thut denn das Hühnchen einen Schritt in's Leben hinaus und läßt die Schale zurück, nur noch mit wenig Flüssigkeit, die es selbst ausgeschieden. So tritt es hinaus, ein Wesen, das man in Wahrheit nur ein lebendig gewordenes Ei, oder richtiger noch ein lebendig gewordenes Keimfleckchen nennen kann, welches, früher ein Theil des Eies, jetzt das Ei in höchst wunderbarer Weise aufgegessen hat.

Die Stoffe des Eies sind noch vorhanden; aber in verwandelter Gestalt und in ganz verändertem Zustande. Vom Ei ging nichts verloren und von der Wärme noch weniger. Denn die dreißig Grad Wärme, die man einundzwanzig Tage lang ihm gegeben hat, besitzt das Hühnchen nicht nur bei seiner Geburt, sondern wird dieselbe auch für die ganze Dauer seines Lebens fort und fort besitzen und wenn es ein Huhn wird, wird es diese Wärme reichlich anderen Eiern mittheilen, um gleiche Wesen aus dem Nichts in das Dasein hervorzurufen.

Wer vermag das tiefe Räthsel zu lösen, das solch ein Wesen dem forschenden Geist der Menschen stellt?

Die Wissenschaft auf ihrem jetzigen Standpunkt vermißt sich noch nicht, an die Auflösung dieses Räthsels zu gehen. Sie hat genug mit der Aufgabe, genau zu erforschen, wie all dies gekommen. W i e s o, w a r u m, w o d u r c h all dies so gekommen? das wagt sie noch nicht zu beantworten; denn das Räthsel des Lebens liegt noch verschlossen vor dem Menschengeiste. Er hat mit all seinem Forscherdrang noch nicht vermocht, die Brücke auszuspähen, welche den Keim zum Leben führt, und er steht stumm

und staunend an dieser erhabenen Grenze, das Wunder schauend, aber nicht fassend.

Das Wunder, das sich vor unsern Augen entfaltet, ist so überaus gewaltig und großartig, daß wir vorerst genug zu thun haben, wenn wir seine Größe ganz erfassen wollen. Das Wunder zu erklären, wird erst eine Aufgabe einer viel weiter in der Forschung vorgedrungenen Menschheit sein, die einst das Recht haben wird, stolz auf uns und auf all das, was wir „Wissen“ nennen, herabzublicken.

Es ist wahr: unser Wissen ist ein Stückwerk und winzig; unsere großsprechende Weisheit verschwindet vor dem stummen Walten in der Natur, das vor unseren Augen wirkend und schaffend thätig ist und zur Beschämung unserer Weisheit nach einem weisen, zweckentsprechenden Plane thätig ist, der genau berechnet ist, so genau, daß wir nur Schauer der Verwunderung empfinden, wenn wir dem Plane nachzurechnen versuchen.

Das Hühnchen ist in dem Ei entstanden, in einem Raume, der rings abgeschlossen war von der ganzen Welt, und dennoch hat sich dies Wesen darin gebildet, dessen ganzes Dasein für diese ihm bis dahin völlig fremde Welt eingerichtet ist!

Im Ei, wohin das Licht nicht gedrungen ist, hat sich ein Auge ausgebildet, genau so geschaffen, wie es das Licht der Sonne erfordert, welche zwanzig Millionen Meilen weit entfernt ist. Man kann ein Ei in völliger Finsterniß ausbrüten lassen und doch wird das Hühnchen Augen haben. Würde es auch Augen haben, wenn die Sonne nicht vorhanden wäre? — Schwerlich würde dies der Fall sein! Wer aber vermag uns zu sagen, welch ein naturgemäßes Band vorhanden ist zwischen dem Auge eines Hühnchens, das sich in vollkommenster Finsterniß bildet,

und der unendlich entfernten Sonne, die den Weltraum erleuchtet?!

Im Ei, in einem verschlossenen Raume, in welchem die Luft nur äußerst spärlich Eingang findet, bildet sich ein Vogel aus, der ganz und gar geschaffen ist, sich in den Luftraum über uns schwebend zu erheben. Die Weisheit der Weisesten würde in solchem Raume abgeschlossen nicht zu ahnen vermögen, daß eine Erde vorhanden, daß diese Erde von einem Luftmeer umgeben ist und daß es Werkzeuge geben könne, durch welche man sich aufzuschwingen vermag, um in diesem Meere zu schweben. Und doch hat das Hühnchen, im Ei verschlossen, Flügel erhalten, ganz zweckentsprechend für einen Flug in der Luft. Sein Rücken ist fester gefugt, als der nicht fliegender Wesen, damit er stark genug sei, mit den Flügeln, die an ihm haften, den Leib zu tragen. Die Knochen des Hühnchens sind hohl, damit es leicht sei für den Aufschwung über das feste Erdenrund! Seine Flügel sind befiedert zum leichten, wirksamen Flügelschlage. Seine ganze Gestalt ist so gebaut, daß sie leicht die Luft durchschneidet und seine Lunge ist kräftig ausgebildet, damit sie nicht ermattet in der anstrengenden Thätigkeit des Fluges.

Und wollten wir jedes einzelne Glied dieses Wesens betrachten, wir würden nicht Raum genug finden, die Planmäßigkeit seines Baues und die äußerst genaue Berechnung zu bewundern, mit welcher ein Geschöpf, das in einem Raum gebildet, der von der Erde abgeschlossen ist, ausgestattet wurde, um ganz und gar für das Dasein auf der Erde zu passen!

Es ist also nicht das Räthsel des Lebens allein, das uns hier entgegentritt, sondern es ist der wohlberechnete Plan desselben, der dieses Wesen, noch bevor es wird,

genau so gestaltet und einrichtet, wie es sein Dasein in der Außenwelt nothwendig macht!

Mit stummem Staunen erfüllt uns daher ein ernster Blick in die Bildungsstätte dieses lebenden Wesens, und haben wir versucht, mit Heiterkeit und Leichtigkeit einen Ueberblick der Entwickelung des Eies zu geben, so wollen wir es nicht leugnen, daß wir nunmehr vor dem lebenden Hühnchen mit schauernder Bewunderung stehen und von dem Thema gedankenschweren Abschied nehmen — gedankenschwerer, als wir es begonnen haben!

Nutzung und Bedeutung des Fettes im menschlichen Körper.

I. Vom Bilden und Schwinden des Fettes.

Wenn wir uns am Anblick der vollen runden Wangen unserer Kinder erfreuen, wenn wir die schönen Formen im Körperbau des weiblichen Geschlechts bewundern, so ist es nicht eine Fülle der Muskeln, was hierin unseren Augen wohlgefällt, sondern es ist das zwischen diesen Fleisch-Partien und der Haut liegende Fett, welches jene Lücken ausfüllt, jene Ecken bepolstert und Kanten abrundet, die uns an magern Gesichtern erschrecken.

Wir entsetzen uns oft über das Aussehen von Bekannten, die eben erst eine schlimme Krankheit durchgemacht haben. Wir sehen die Augen tief in die Höhlen zurückgezogen, die Backenknochen todtenkopfartig hervorragen, die Stirn eckig und hervorstehend, die Nase, als ob sie länger geworden wäre, die Backen schlaff und eingefallen, Mund und Kinn hervorragend, die Haut faltig, die Haltung des ganzen abgemagerten Körpers zusammengefallen, wir sehen ihn entsetzt an und fragen uns: wie ist es möglich, daß eine Krankheit von nur kurzer Dauer solche Verheerung

im Körper hervorrufen und so einen festen Gliederbau angreifen kann? — Aber es ist in Wahrheit nicht am festen Gliederbau eine so gewaltige Veränderung vorgekommen, sondern die Krankheit hat hauptsächlich nur das Fett angegriffen und das Schwinden desselben hat jene Umgestaltung hervorgebracht.

Selbst erfahrene Aerzte sind oft entsetzt von den plötzlichen Verheerungen, die Krankheiten am Fett des Menschen anrichten. Die Cholera wandelt oft in drei Stunden einen fetten Menschen in ein Skelett um. Auch in anderen Krankheiten verlieren Schmeerbäuche oft in wenigen Tagen die ganze Fülle ihrer Gestalt. Ein Wochenbett-Fieber zerstört oft die Schönheit eines Frauenantlitzes in unglaublich kurzer Zeit. Ein bösartiger Durchfall giebt oft Kindern ein greisenhaftes Ansehen, indem er ihnen die Rundung und Weichheit der Züge benimmt und ihr Gesicht mit den Furchen und Falten des Alters bedeckt.

Bei all' den und noch vielen anderen Fällen ist es das Fett, das zuerst den Angriff der Krankheit auszuhalten hat und das oft mit einer Schnelligkeit verzehrt wird, von der man sich wissenschaftlich noch keine genaue Rechenschaft geben kann.

In gleichfalls auffallender Weise vermehrt sich oft das Fett im Körper und sammelt sich in schnellerer Zeit an, als irgend ein bestimmter zum Körper gehöriger Bestandtheil.

Erst kurze Zeit vor der Geburt sammelt sich bei Kindern das Fett in ziemlich beträchtlicher Masse an. Während es sich in der Regel im Knabenalter erhält und im ersten Mannesalter verhältnißmäßig vermindert, nimmt es in reiferen Jahren zu und mehrt sich oft in ungeheurer Masse, um im hohen Alter wieder abzunehmen. Beim weiblichen Geschlecht erhält sich das Fett in reicherer Fülle

bis in die reiferen Jahre, und wenn Schwangerschaften, Wochenbett, Kinderpflege und Muttersorgen auch die Verminderung desselben veranlassen und dem Antlitz der Frauen den Reiz der weichen runden Formen rauben, so tritt oft nach diesen schwersten Jahren des Frauenlebens der sogenannte Alte-Weiber-Sommer ein, wo es das sich weiter auffammelnde Fett ist, welches wie ein zweiter Frühling den Herbst des Daseins schmückt. —

Wie zuweilen nach Krankheiten das Fett sich vermehrt, ist eine bekannte Thatsache. Nach Nervenfiebern häuft sich das Fett oft in so starkem Maße an, daß es nicht selten den Anschein hat, als ob die Krankheit nur ein gefährlicher Durchgangspunkt zur strotzendsten Gesundheit gewesen wäre. Zuweilen ist auch die Vermehrung des Fettes eine wirkliche krankhafte Erscheinung und nicht selten verbinden sich mit demselben mannigfache Beschwerden des Athmens und des Blutumlaufes in beträchtlich hohem Grade. Am auffallendsten ist die Fett-Vermehrung bei vollendeten Säufern, welche in einem gewissen Stadium, wo sie nicht mehr weit vom Säuferwahnsinn sind, an Körperfülle zunehmen und ein schwammig aufgedunsenes Ansehen erhalten, obgleich sie an Speisen so außerordentlich wenig genießen, daß man kaum glauben sollte, daß sie auch nur kurze Zeit ihr Leben damit fristen könnten.

Bedenkt man bei alle dem, daß das Fett im Allgemeinen weder ein Zeichen der Gesundheit, noch der Krankheit ist, daß magere Menschen sich oft eines nicht minderen Wohlseins und einer längeren Lebensdauer erfreuen, als fette, daß das Fett oft kommt und geht, ohne sichtbar einen Eindruck auf das körperliche Wohlbefinden zu machen, und erwägt man hierzu, daß es kein Organ des Körpers giebt, welches aus Fett besteht, so könnte es scheinen, als ob es nur eine Art luxuriöser Polster im Leibe des Men-

schen ausmachte, und also ohne Bedeutung und Nutzen in demselben existirte.

Allein das ist ein Irrthum.

Die Natur schafft nichts zwecklos und nutzlos; dies gestehen selbst solche Naturforscher, welche der Natur alle Absichten im gewöhnlichen Sinn absprechen; und darum wollen wir von dem Nutzen und der Bedeutung des Fettes sprechen, so weit die jetzige Wissenschaft hierüber Aufschluß zu geben vermocht hat.

II. Von dem mechanischen Nutzen des Fettes.

Daß das Fett nicht ohne wichtige Bestimmung im menschlichen Körper ist, geht schon aus der Thatsache hervor, daß es niemals, selbst beim Hungertode nicht, vollkommen schwindet. Das Herz und die Augenhöhlen sind stets mit Fett versehen, wenn dies in allen anderen Theilen des Leibes aufgezehrt ist.

Gerade aber die Thatsache, daß es aus diesen anderen Körpertheilen aufgezehrt werden kann, ohne den Körper zu vernichten, ist ein Fingerzeig, daß das Fett in Fällen des Hungers und der Krankheit wichtige Dienste leistet. Der Schluß ist gerechtfertigt, daß, wenn das Fett nicht vorhanden wäre, andere weniger zu missende Gebilde des Körpers angegriffen und dadurch der Untergang des ganzen Körpers herbeigeführt worden wäre.

Erwägen wir nun hierzu, daß alle Thiere, welche den Winterschlaf durchmachen, um erst mit dem Frühjahre wieder zu erwachen, wie das Murmelthier, der Siebenschläfer, der Bär u. s. w., sich außerordentlich reich an Fett in ihre Winterhöhle zurückziehen und arm an demselben aus

ihr hervorkriechen, daß die Natur ihnen also den Fettvorrath aufgespeichert hat, um während einer sehr langen Zeit ihr Leben ohne Nahrung zu erhalten, so liegt der Gedanke nahe, daß auch beim Menschen ähnliche Verhältnisse vorwalten können.

Wir werden nun in der Folge sehen, inwieweit diese Voraussetzung begründet ist; für jetzt jedoch wollen wir den einfachen Weg einschlagen, um den Nutzen des Fettes im menschlichen Körper nachzuweisen, und zwar wollen wir stufenweise die großen Vortheile aufzählen, welche es dem Körper gewährt, Vortheile, ohne welche ein großer Theil unserer Lebensthätigkeit kaum möglich wäre.

Wer es beobachtet, wie unzählige Male in einem Tage ein Kind fällt, irgend wo anstößt, gegen einen Gegenstand anrennt, ohne sich dauernd Schaden zuzufügen, wie dagegen Erwachsene einen verhältnißmäßig leichteren Fall oder Stoß oft wochenlang in den Gliedern und an den getroffenen Gliedern namentlich spüren, der wird schon aus diesen rein mechanischen Gründen dem Fett eine bedeutsame Rolle zuschreiben müssen. In der That ist das Fett unter der Haut und in den Gelenken ganz und gar dazu geeignet, den Stoß zu mildern, oder richtiger zu vertheilen.

Das Fett besteht namentlich in den erwähnten Theilen des Körpers in meist flüssigem Zustande. Es ist dasselbe in sehr kleinen Zellen eingeschlossen, welche wie gefüllte Bläschen sich an einander lagern. Eine jede Fettschicht besteht aus unzähligen, nur durch Vergrößerungsgläser sichtbaren Zellen dieser Art. Man kann daher eine Fettschicht mit einem Raum vergleichen, in welchem kleine, mit Flüssigkeit gefüllte Blasen über einander liegen, wo die eine die andere drückt. Von einem solchen Zustande ehrt die Physik, daß er sich anders verhält, wenn man

einen Druck auf ihn ausübt, als irgend ein fester Körper. Ein fester Körper, der einen Druck oder Stoß auszuhalten hat, wird nur an dieser gedrückten oder gestoßenen Stelle verletzt; bei einem System von gefüllten Blasen jedoch vertheilt sich der Druck derart, daß er gleichzeitig durch den ganzen Raum sich verbreitet. Denken wir uns z. B. ein großes Faß, gefüllt mit einzelnen kleinen Blasen, in welchen sich Wasser befindet, und nehmen wir an, daß man einen schweren Stein auf einen Theil der Blasen legt, so werden nicht gerade die unter dem Stein liegenden und von ihm gedrückten Blasen platzen, sondern alle mit dem Stein garnicht in Berührung stehenden schwächeren Blasen werden zuerst platzen, weil sich eben der Druck durch alle Blasen hindurch vertheilt.

In ganz ähnlichem Falle befinden sich alle Theile des Körpers, welche mit Fett umgeben sind. Ein Druck, ein Stoß gegen eine dieser Stellen wird von den Fettzellen über die ganze Fläche verbreitet, und obgleich dies in Summa den Eindruck vermehrt, vermindert und mildert dies doch denselben durch die außerordentlich weite Vertheilung.

Zwar rührt beim gewöhnlichen Fallen und Stoßen der Kinder die Gefahrlosigkeit nicht blos von dem reicheren Fettvorrath der Kinder her. Es spielt hierbei das geringere Gewicht der Kinder, wie der Umstand, daß sie klein sind, also nicht von beträchtlicher Höhe herabstürzen, wenn sie auf ebener Erde umfallen, eine wesentliche Rolle; allein das Fett trägt besonders mit dazu bei, den Fall unschädlicher zu machen und bedeutende örtliche Schmerzen durch Vertheilung zu mildern.

Was bei den kleinen Unfällen der Kinder aber unwesentlich erscheint, ist sehr wesentlich bei Erwachsenen, namentlich beim Fallen und Springen. Beim Fallen wird

Jeder, den dies Ungemach schon getroffen hat, einen großen Unterschied gemerkt haben, wenn er zu seiner Belustigung nur auf einen weichen Körpertheil oder zu seinem Schaden auf einen harten niedergestürzt ist. Beim Sprunge aber sind es hauptsächlich die bis in die Gelenke sich hinein erstreckenden und ehemals für Drüsen angesehenen Fettklümpchen, welche den Stoß vertheilen und die Erschütterung erträglich machen.

Nicht umsonst hat uns die Natur auf den Fußsohlen mit Fettlagen versehen und auch für das Sitzen uns mit einem natürlichen Fettpolster versorgt. Wir würden ohne Fett weder dauernd stehen noch gehen, noch weniger laufen oder springen, ja nicht einmal ohne künstliche Luftkissen anhaltend sitzen können.

Dieser rein mechanische Nutzen des Fettes ist aber noch gering gegen den wesentlichen, den es uns in vielen anderen Beziehungen leistet und den wir noch näher kennen lernen wollen.

III. Das Fett als Schutzmittel gegen innere Störungen.

Ist das Fett schon von wichtiger Bedeutung, um schädliche Eindrücke von außen her, wie Druck und Stoß, zu mildern und auf größere Flächen zu vertheilen, so ist dessen Zweck und Nutzen noch bei weitem ausgesprochener dort, wo wir das Fett nicht unter der Haut, sondern als Umkleidung und Ausfüllung im Innern des Körpers vorfinden.

Das Herz und die Hauptadern, die von ihm ausgehen, sind in Fett eingebettet, von Fett umgeben und

durchzogen. Wenn alles Fett des Körpers in Folge von Krankheit oder Hunger geschwunden ist, fehlt dennoch dieses Fett nicht. Beweis genug, daß es hier eine wichtige Rolle zu spielen und am Sitz einer hauptsächlichen Lebensthätigkeit eine Hauptaufgabe zu vollziehen hat.

In der That weiß man, daß Bewegungen zweier Dinge auf einander, daß Reibung einen hohen Hitzegrad hervorbringt, sobald nicht eine fettige Flüssigkeit sich zwischen ihnen befindet, welche die unmittelbare Berührung verhindert.

Die Axen eines Wagens werden dort, wo die Räder eine Reibung veranlassen, mit Fett eingeschmiert. Das Oelen aller Maschinentheile, die in Bewegung und dabei mit anderen Theilen in Berührung sind, hat den Zweck, die Reibung zu mildern. Ein jedes Drehwerk, das nicht geölt ist, bewegt sich nicht nur mit größter Schwierigkeit, sondern auch unter Entstehung einer gefährlichen Hitze. Ein jedes Schloß muß geölt werden, wenn es leicht schließen soll; vom feinsten Uhrwerk bis zum gröbsten Lastwagen ist Fettigkeit an jedem Theil nöthig, der sich in oder um oder an dem andern bewegen soll; und ähnlich, wie bei all' diesen Fällen, ist es bei den Organen des Körpers der Fall, deren Lebensthätigkeit in einer Bewegung besteht.

Fühlt man schon Erwärmung der Hände, wenn man sie an einander reibt, wie viel mehr müßte die ewige Bewegung des Herzens unmöglich sein, wenn dieser so vielfach in sich selbst verschlungene Muskel, der sich nach den entgegengesetztesten Richtungen unausgesetzt dehnen und zusammenziehen und dadurch seine Muskel-Bündel an einander reiben muß, nicht mit Fett umgeben wäre und durch und durch in allen Lücken der Muskel-Bündel mit flüssigem Fett getränkt würde!

Das Herz, das vom ersten Schlage an, den es schon

im Mutterschooß beginnt, die Aufgabe hat, durch die ganze Lebenszeit, also zuweilen durch hundert volle Jahre, unausgesetzt bei Tag und Nacht, ohne Rast und Ruhe die verschiedenartigsten und dennoch regelmäßigen Bewegungen in sich selber zu vollziehen und wie ein Saug- und Druckwerk das Blut durch den Körper im Kreislauf zu treiben, das Herz, dieses bewegungsvollste Organ, scheint sammt seinen Hauptadern vor Allem mit Fett versorgt, offenbar deshalb, weil es zu seiner Bewegung des Fettes am nöthigsten bedarf.

Bedenkt man hierzu, daß die Erfahrung lehrt, wie bei Bewegung Fett abgenutzt und bei Ruhe des Körpers das Fett vermehrt wird, wie Menschen, welche der Ruhe pflegen, an Fett eben so zunehmen, gleich Thieren, welche man in der Mast hält und sie an freier Bewegung behindert, während Menschen und Thiere, die sich viel bewegen müssen, selten Fett ansetzen, so leuchtet es ein, daß Bewegung gerade ein Aufzehren des Fettes herbeiführt, einen starken Verbrauch des Fettes hervorbringt.

Das Herz also, das fortwährend in Bewegung sein muß, bedarf daher ganz besonders des Fettes, und es ist einleuchtend, daß die Natur einen wichtigen Lebenszweck erfüllt, wenn sie das Fett um das Herz aufspeichert, damit keine Störung eintrete, im Fall eine Neubildung des Fettes durch Krankheit oder Hunger zeitweise gehemmt sein würde. —

Auch die Augenhöhlen und die Muskeln des Auges sind von Fett reichlich umgeben. Nicht nur ein Stoß, ein Druck von außen würde das Auge ohne diese Fett-Umhüllung leichter verletzen, sondern die außerordentlich schnelle, leichte und freie Bewegung des lebhaften Auges wäre ohne das Fett nicht möglich, die Muskeln würden ohne die Oelung durch Fett den Dienst oft versagen, der

Seh-Nerv würde gedrückt und alles Sehen fast aufgehoben werden.

In der Bauchhöhle sind alle Lücken, welche der vielgewundene Darm läßt, mit Fett ausgefüttert, namentlich die Gegend des unteren Darmes mit dieser weichen Auspolsterung versehen. Dies erleichtert nicht nur die wurmförmige Bewegung des Darmes, verhindert die Reibung und sichert die Bewegung desselben, sondern läßt am untern Theil der Dehnung des Darmes Raum, wie diese zur Ausscheidung der aufgenommenen Stoffe nothwendig ist.

Eine wichtige Aufgabe ähnlicher Art erfüllt das Fett in unserm Knochengerüst. Wer schon die Beobachtung gemacht hat, wie Papier, wenn es mit Oel getränkt ist, einerseits geschmeidiger und andererseits wieder fester und haltbarer wird, der wird sich eine Vorstellung davon machen können, daß das Fett, welches die ganze Masse der Knochen durchzieht, diesen einerseits eine Geschmeidigkeit und andererseits wieder eine Festigkeit verleiht. — Knochen, aus denen man künstlich durch Aether das Fett ausgewaschen hat, sind spröde und leicht brüchig. Sie werden ohne Fett ihrer Aufgabe, ein festes Gerüst des Körpers zu bilden, nicht mehr recht entsprechen, sondern bei Erschütterungen glasartig zersplittern. — Auffallend ist es, daß bei einer gewissen Knochen-Krankheit, in welcher der Verlust an Knochensubstanz besonders groß ist, so daß der ganze Knochen wie aus Gaze gewebt erscheint, die Lücken völlig mit Fett ausgebettet sind, als ob die Natur den Verlust der Knochenmasse durch Zufuhr von Fett ersetzen wollte. —

IV. Wichtige Eigenschaften des Fettes.

Einen höchst wichtigen Dienst leistet das Fett im menschlichen Körper durch die Eigenschaft, daß es die Wärme schlecht leitet.

Schon das flüssige Fett an sich, wie z. B. Oel, ist ein schlechter Wärmeleiter, das heißt: ein Gegenstand, der von Oel umgeben ist, erkaltet sehr langsam und nimmt auch sehr langsam von außen her Wärme auf. Schlechte Wärmeleiter sind dadurch, daß sie Wärme aus einem Gegenstande weder fort, noch in denselben eindringen lassen, die sichersten Mittel, den Gegenstand in einer gleichmäßigen Wärme zu erhalten. Indem aber der menschliche Körper durchaus nur einen bestimmten Grad der Wärme im Innern vertragen kann und ein Opfer des Todes wird, sobald er viel über dreißig Grad warm wird oder viel unter dreißig Grad erkaltet, so ist es klar, daß nur die Einwickelung all' seiner edlen Organe in einer Fettschicht, welche die Wärme schlecht leitet, das Mittel ist, sein Leben zu erhalten.

Bei dem nicht flüssigen, sondern im Körper in Talgform sich anlegenden festen Fett kommt noch das Gewebe, in welchem hier das Fett eingeschlossen ist, dazu, um die Eigenschaft des schlechten Leiters der Wärme zu steigern, so daß alle Organe, die von festen Fettmassen umgeben sind, ganz besonders vor allzugroßer Hitze und Kälte geschützt werden.

Darum findet man auch im gewöhnlichen Zustand den ganzen Unterleib mit Fett bedeckt und ausgefüllt. Hierdurch erhält derselbe eine stets gleichmäßige Wärme, wie sie zu den Verrichtungen der Organe auch nöthig ist. Das fettreiche Netz der Eingeweide des Unterleibes ist die vortrefflichste Leibbinde, die die Natur selber dem Menschen

an- und umgelegt hat. Die Brust der Mutter würde ihren Dienst sehr bald versagen, wenn sie nicht mit Fett reichlich durchzogen wäre, so daß die Wärme in derselben nicht leicht wechseln kann, selbst wenn sie, wie beim Säugen des Kindes, der kalten Luft ausgesetzt ist. — Der Magen, die Leber, besonders aber das Herz, würden weder vor großer Hitze, noch vor großer Kälte derart geschützt sein, wenn sie nicht mit Fett umgeben wären.

Daß das Fett vortrefflich geeignet ist, die Wärme des Körpers weder steigen noch sinken zu lassen, geht schon daraus hervor, daß sich die Wilden in heißen Ländern die Haut mit Fett einschmieren, damit die Hitze nicht auf sie eindringe, während die Bewohner der kältesten Länder ganz dasselbe thun, um die Wärme aus dem Körper nicht schwinden zu lassen.

Hierdurch wird es erklärlich, weshalb das weibliche Geschlecht, das reichlicher mit Fett versehen ist, als das männliche, auch leichter gekleidet gehen darf; weshalb es ihnen weniger schädlich ist, wenn sie Hals, Nacken, Brust und Arme der wechselnden Wärme der Luft aussetzen. Ein Halstuch ist allen fetten Knaben lästig; sobald jedoch die Zeit der Entwickelung gekommen ist und der fette Hals des Knaben sich in den magerer werdenden des Jünglings umwandelt, da wird die Bekleidung des Halses schon nothwendig.

Mit Einem Worte, das Fett ist durch die Eigenschaft der schlechten Wärme-Leitung ein vortreffliches Mittel, das Innere des Menschen in einer gleichmäßigen Wärme zu erhalten, und es bildet auch das Fett, das unter der Haut sich ansammelt, ein Schutzmittel gegen das Ausströmen der Wärme aus dem Körper, wenn er sich in kalter Luft befindet.

Eine weitere wichtige Eigenschaft des Fettes ist es,

daß es die Elektrizität schlecht leitet; und hiernach hat man Grund, zu vermuthen, daß die Natur gerade deshalb das Fett gewählt hat, um mit demselben die Nerven zu umhüllen. Die wissenschaftlichen Forschungen der neuesten Zeit haben es nämlich ganz außer Zweifel gestellt, daß die Nerven im Körper eine ähnliche Rolle wie die Leitungsdrähte am elektrischen Apparate spielen, daß Ströme von Elektrizität durch dieselben sich fortpflanzen und an den Endpunkten Wirkungen hervorbringen, die sowohl die Bewegung, wie die Ernährung möglich machen; und auch von den Endpunkten Ströme nach dem Gehirn leiten, die Empfindung hervorbringen und das Bewußtsein anregen. — Ganz aber wie die Leitungsdrähte eines elektrischen Apparates untauglich werden, sobald sie nicht einen Ueberzug haben, der die Elektrizität schlecht leitet und sie verhindert, ihre telegrafischen Depeschen unterwegs zu verlieren, ganz so würden ohne Zweifel die Nerven ohne den nichtleitenden Ueberzug von Fett ihren Dienst versagen, wenigstens denselben nicht am rechten Ort ausüben. Das Fett, das die Nerven einhüllt, gleicht so der Gutta-Percha-Umhüllung, welche die elektrischen Drähte umgiebt. Die Beobachtung, daß das umhüllende Fett bei Rückenmarks-Schwindsucht sich bedeutend vermindert habe, scheint diese Ansicht von der Aufgabe des Fettes zu bestätigen.

Möglicherweise rührt die größere nervöse Empfindlichkeit und die leichtere Störung des Nervensystems bei magern Personen von dem Mangel an Fett her, das die Nerven umschließt, und die Reizbarkeit magerer Frauenzimmer ist vielleicht nicht minder eine Folge, als eine Ursache der mangelhaften Fettbildung.

V. Von dem höheren Zweck des Fettes.

Wir dürfen beim Nutzen des Fettes nicht unerwähnt lassen, daß es das Fett ist, welches dem menschlichen Körper die Möglichkeit gewährt, im Wasser zu schwimmen. Daß Fett leichter ist als Wasser, bemerkt man schon an unseren Nachtlampen, wo das Oel auf dem Wasser schwimmt, und in jeder Suppe, wo die Fettaugen auf der Oberfläche derselben sichtbar sind. Weder Knochen, noch die übrigen Bestandtheile des Körpers besitzen diese Eigenschaft, und wäre das Fett nicht im Körper vorhanden, so würde die Schwimmkunst nicht ausreichen, den Körper über Wasser zu erhalten. Hieraus erklärt es sich, daß sehr fette Menschen sich ganz getrost rücklings in's Wasser legen können und ohne unterstützende Bewegungen zu machen, von demselben fortgetragen werden. — Menschen, die an Wassersucht leiden, bei denen sich in Folge einer krankhaften Bildung Wasser unter der Haut aufsammelt, sind nicht nur blos wegen ihres krankhaften Zustandes zu jeder anstrengenden Bewegung der Glieder unfähig, sondern haben noch durch das Gewicht des Wassers zu leiden, das, schwerer als das Fett, ihrer Bewegung mehr Hinderniß darbietet, als eine gleichgroße Fettmasse.

Insofern das Schwimmen nicht zu einer dem menschlichen Körper nothwendigen Fähigkeit gehört, können wir hiervon absehen und uns zu den wichtigeren, mit dem Gesammtleben in innigerem Zusammenhang stehenden Bestimmungen des Fettes wenden.

Bisher haben wir nur gewisse Vortheile betrachtet, welche das Fett gewährt; man würde aber irren, wollte man annehmen, als habe die Natur nur um dieser Vortheile willen das Fett gebildet. Es ist wahr, daß alle Gebilde der Natur im höchsten Maße zweckentsprechend

sind, und wollte man hier an Zufall glauben, so würde man einen größeren Aberglauben mit dem Zufall, als mit dem stockfinstersten Glauben spielen. — Allein trotzdem muß man sich hüten, das Dasein eines Naturgebildes nur als todtes Mittel zum Zweck anderer Gebilde zu machen. Das Fett ist ein Mittel zur Erreichung all der Vortheile, die wir angeführt haben; wäre aber das Fett nicht auch Selbstzweck für sich, so wäre es schwerlich im Körper vorhanden. Die Natur hätte die angeführten Vortheile auch auf anderem Wege erreichen können und hätte nicht Fett gebildet, wenn dies nicht auch für sich selbst ein nothwendiges Glied im gesammten Haushalt des Lebens wäre.

Wir müssen daher die tieferen Beziehungen des Fettes in dem Lebensprozeß aufsuchen und diese nicht in den bloßen Eigenschaften desselben finden wollen, die wir bisher betrachtet haben.

Daß das Fett an sich nothwendig zur Verwirklichung des Lebens ist, geht schon daraus hervor, daß wir zum Theil fertiges Fett genießen müssen, und daß es zum Theil aus den nicht fetthaltigen Speisen im Körper gebildet wird.

Selbst in den Pflanzenstoffen genießen wir Fett. All' unsere gewöhnlichen Oele sind Pflanzenfette, und dieses Fett ist auch in Pflanzen vorhanden, die nicht künstlich zur Oelbereitung benutzt werden. Daß wir in thierischen Nahrungsstoffen Fett genießen, ist gleichfalls eine bekannte Thatsache. In der Milch ist das Fett reichlich vertreten und in der Butter, die ein so allgemeines Bedürfniß ist, spielt das Fett eine Hauptrolle.

Zu diesem fertigen Fett, das wir genießen, und, wie wir sogleich sehen werden, genießen müssen, kommt noch, daß unser Körper eine gehörige Fettfabrik ist, denn der Körper bildet neues Fett aus nicht fetthaltigen Stoffen.

Thiere, die man mit Stoffen fütterte, aus welchen man das Fett künstlich entfernt hatte, konnten sich nicht am Leben erhalten, obwol sie Speisen genossen, aus welchen sich sonst im Körper Fett bildete. — Thiere, die man mit reinem Fett fütterte, starben gleichfalls, ohne daß sich im Körper das Fett besonders angesammelt hatte. Hunde, an welchen man durch die Bauchwand Oeffnungen nach dem Magen machte, um zu beobachten, welche Speisen und wie schnell sie dieselben verdauen, wurden zeitweise mit Fleisch gefüttert, dem man alles Fett auf chemischem Wege entzog, und es ergab sich, daß die Verdauung äußerst schwierig vor sich ging. Brachte man durch die Oeffnung zu dem fettlosen Fleisch etwas Fett in den Magen, so ging die Verdauung ungestört vor sich. Daß man sich an viel Fett wiederum den Magen verdirbt, ist eine allgemein bekannte Thatsache, und ist sowol durch Versuche bestätigt, wie durch die Wissenschaft auch erklärlich.

Dies Alles sind Thatsachen, welche beweisen, daß das Fett nicht ein bloßes Schutzmittel für äußeren Druck und Stoß, nicht ein bloßes Schmiermittel für die sich bewegenden und an einander reibenden Theile, und auch nicht eine bloße Wärmflasche für die Organe oder ein bloßer Gutta-Percha-Ueberzug für die elektrischen Leitungsdrähte der Nerven ist. Es ist vielmehr Fett, das freilich all' die angegebenen Dienste leistet, auch für sich ein nothwendiges Gebilde im Lebensprozeß, es ist, wie wir vorerst sahen, ein Nahrungsmittel, das genossen werden muß, aber nicht im Uebermaß genossen werden darf.

Auch der Umstand, daß sich Fett im Körper bildet aus nicht fetthaltigen Stoffen, giebt ihm den Charakter eines nicht blos abgelagerten Stoffes, sondern eines stets sich abnutzenden und stets sich neuschaffenden Gebildes, den

Charakter eines Stoffes, der in steter Umwechselung begriffen ist, und also eine Hauptrolle im Stoffwechsel spielt, der eigentlich das Kennzeichen des Lebens ist.

Indem wir hier nur thatsächlich anführen wollen, daß an Thieren, namentlich an Schweinen und an Bienen, genaue Versuche angestellt worden sind, wie viel Fett, oder an den Bienen, wie viel Wachs sie im Körper fabriziren bei bestimmten Speisen, deren Fettgehalt man zuvor gemessen hatte, und hinzufügen dürfen, daß die Neubildung von Fett im Körper ganz außer allem Zweifel ist, glauben wir, den höheren Zweck, den Lebenszweck des Fettes genugsam begründet zu haben, und wollen deshalb diesen nunmehr unseren Lesern deutlicher vorführen.

VI. Das Merkzeichen des Lebens.

Erst der neueren Zeit war es vorbehalten, die bedeutungsvollste Rolle, die das Fett im menschlichen Körper spielt, näher aufzufinden.

Dem als Naturforscher und scharfsinnigen Beobachter gleich berühmten Justus Liebig gebührt das Verdienst, wie über viele Vorgänge im menschlichen Körper, auch über diesen ein neues Licht verbreitet zu haben.

Aus den Forschungen Liebigs ergiebt sich, daß man die Nahrungsmittel in zwei verschiedene Gruppen bringen müsse und ebenso die Erzeugnisse der Nahrung im Körper in zwei gesonderte Gattungen zu theilen habe.

So verschiedene Nahrung auch der Mensch genießt, so soll sie sammt und sonders doch nur zwei Zwecke erfüllen. Die Nahrung soll erstens das im Körper ersetzen, was sich in demselben durch Rückbildung abnutzt

und soll außerdem zweitens noch den Stoff bieten, der durch Schweiß und Athem fortwährend verloren geht.

Die Speisen der ersteren Gattung nennt man wissenschaftlich „plastische" Nahrung. Sie, diese Nahrung ist es, welche sich in der lebendigen chemischen Fabrik durch die Thätigkeit des Magens und Darmes und seiner Drüsen in Blut-Flüssigkeit umwandelt. Aus diesem Blut baut sich leiblich der Mensch auf. Blut ist das Bau-Material des Leibes. Blut ist flüssiges Fleisch, flüssige Knochen, flüssiges Material für die Haare, mit Einem Worte: das Blut ist seinem Stoffe nach der ganze leibliche Mensch, denn es ist bestimmt, sich bei fortbestehender Lebensthätigkeit in menschlichen Leib zu verwandeln. Blut also ist die gewesene Speise und werdender lebendiger Leib.

Zunächst also muß man essen, um Blut zu bilden; sodann muß sich Blut bilden, um sich in leibliche Masse umzugestalten.

Zu welchem Zweck aber ist es nöthig, daß wir alltäglich so viel essen, da doch unsere leibliche Masse einmal fertig ist? Wozu fabriziren wir immer neues Blut, um daraus neue Muskeln, neue Knochen, neue Nerven zu machen? weshalb begnügen wir uns nicht mit all den leiblichen Dingen, die wir einmal haben? Und wo bleibt der alte Leib, wenn es wahr ist, daß wir mit jedem Bissen ein Stück neuen Leib erzeugen?

Die richtige Antwort auf diese Fragen kann sich nur der geben, welcher sich einen richtigen Begriff vom Leben des Leibes macht, und den Unterschied kennt, der zwischen einem leblosen Dinge und einem lebendigen Wesen vorhanden ist.

Ein lebloses Ding, zum Beispiel ein Stück Silber, ein Stück Gold oder ein Stück Stein bleibt immer und

ewig was es ist und wie es ist, so lange es sich selbst überlassen bleibt und nicht ein anderer Stoff chemisch auf dasselbe einwirkt. Es verändert sich nicht und wechselt seinen Stoff nicht und existirt immer fort und fort durch Tausende und Millionen von Jahren, sobald es nicht von außen her durch Hitze oder Kälte, durch Luft oder Feuchtigkeit oder sonst eine Einwirkung verändert wird.

Ein belebtes Wesen dagegen, sei es Pflanze, oder Thier, oder Mensch, verhält sich ganz anders. Eine jede Pflanze, ein jedes Thier und auch jeder Mensch bleibt nicht eine einzige Sekunde wie er ist, sondern wechselt fortwährend, tauscht ununterbrochen seinen Stoff und seinen Körper um, giebt vom alten Stoff immer etwas fort und nimmt ununterbrochen immer etwas neuen Stoff in sich auf.

Dies nennt man den Stoffwechsel, das heißt: ein ewiges Wechseln und Umtauschen des alten Stoffes in neuen Stoff, und dieser Stoffwechsel ist das eigentliche Leben der Dinge.

Mit diesem Unterschied zwischen den leblosen Dingen und den belebten Wesen ist noch ein zweiter verbunden und inbegriffen.

Ein lebloses Ding, z. B. ein Stück Silber oder dergleichen, kann sich zwar auch chemisch verändern, sobald man ihm einen neuen Stoff darbietet, mit dem es sich verbinden kann; aber wenn es sich verändert und mit einem neuen Stoff verbindet, verliert es sein ganzes voriges Wesen, seine vorigen Eigenschaften und wird ein ganz anderes Ding. Bringt man z. B. Chlor zu Silber, so wird daraus ein Ding, das nicht wie Chlor und nicht wie Silber aussieht, sondern wie Käsebrei. Schwefel zu Silber gebracht und chemisch verbunden, giebt eine schwarze Masse, die nichts vom Schwefel und nichts vom Silber

an sich hat. — Wenn also leblose Dinge andere Stoffe in sich aufnehmen, so bleiben sie nicht mehr das, was sie sind.

Belebte Wesen dagegen nehmen fortwährend anderen Stoff in sich auf und bleiben dennoch immer das, was sie sind. Ein Mensch ißt alltäglich Dinge, die nicht Mensch sind; aber im Leibe fabrizirt er aus den Dingen menschlichen Leib.

Dieses Wechseln des Stoffes und dabei das Beibehalten seines eigenen Wesens, das ist das eigentlich hauptsächliche Merkzeichen des Lebens.

VII. Wie der Körper sich ohne Nahrung verhält.

So lange also der Mensch lebt, so lange muß er immerfort neuen Stoff in sich aufnehmen und alten Stoff von sich geben; denn Leben heißt: den Stoff wechseln und ununterbrochen sich erneuern und umtauschen und dennoch dasselbe Wesen bleiben.

Eigentlich hätte man hiernach unausgesetzt essen müssen; aber zum Glück für uns hat die Natur im Magen, im Darm und in den Blut-Adern eine Art Speicher eingeräumt, wo wir im Stande sind, den frischen Stoff in reichlicher Menge mit einemmale einzuführen, und das Aufzehren dieses neuen Materials eine Zeit lang abzuwarten. — Ist aber das Material aufgezehrt, so hilft keine Gnade; wir müssen frisches Material schaffen, frische Speisen genießen, oder wir gehen zu Grunde. Der alte Leib lebt nicht fort; er existirt in Wahrheit nur einen

Moment und nach diesem Moment fängt auch zugleich seine Vernichtung, seine Rückbildung wieder an und wir sterben im Hunger mit jedem Moment ab, weil wir keinen Ersatz haben für die Theilchen unseres Leibes, die mit jedem Augenblick unfähig werden zum Leben.

Zwar sollte man meinen, daß der verhungernde Mensch sich ganz und gar aufzehren sollte, wie das Oel in einer Lampe, so daß nichts von ihm übrig bleibt. Das ist nun nicht der Fall. Der Hungertod erfolgt, selbst wenn noch Körper, Blut und alle anderen Theile des Leibes da sind; allein diese letzten Reste verlieren die Kraft, sich zu erneuen und fallen statt des langsameren Todes durch Aufzehrung dem gemeinsamen einmaligen Tode anheim.

Die Versuche, die man mit Thieren angestellt, sind hierüber sehr belehrend. Diese Versuche haben Folgendes gezeigt: Thiere, die des Hungertodes starben, hatten noch den vierten Theil ihrer natürlichen Blutmasse; ihr Herz war gerade nur halb so groß, als im gesunden Zustande; der Magen hatte 39 Prozent verloren; die Leber 52 Prozent, die Knochen 16 Prozent; das ganze Nerven-System verlor nur Ein Prozent; vom Fett aber war fast Alles fort, nämlich 93 Prozent.

Wir sehen demnach, und zwar aus den letzten zwei Angaben, daß der Mensch von seinen Nerven sehr wenig missen kann. Wenn er nur den hundertsten Theil derselben verliert, so muß er schon sterben. Dagegen kann er von seinem Fett eine ungeheure Masse verlieren, ehe er Hungers stirbt. — Wollte man aber hieraus den Schluß ziehen, daß das Fett sehr unwesentlich im Körper sei, so würde man irren. Gerade weil das Leben der Menschen sich so lange erhalten kann, bis das Fett ganz aufgezehrt ist, gerade darum muß man das Fett als außer-

ordentlich wichtig bezeichnen. Wenn der Körper keine Speise zu sich nimmt, kann er von den Nerven nichts aufzehren, um zu leben; denn von den Nerven kann er nichts missen. Von seinem vorräthigen Blute, dem eigentlichen Bau-Material des Leibes, kann er zwar zehren; aber sobald er die Hälfte davon verzehrt hat, ist es aus. Nur das Fett kann aushelfen und hilft auch aus; denn es giebt sich fast ganz und gar her und erhält den Körper. Man sieht: gerade, weil der Körper das Fett missen kann, gerade deshalb ist es wichtig, daß man für den Fall der Noth es vorräthig hält.

Wir haben es schon erwähnt, daß die Thiere, welche den Winter verschlafen, sich im Herbst mit einem sehr bedeutenden Fett-Vorrath niederlegen und im Frühjahr äußerst abgemagert wieder aufleben. Sie haben den ganzen Winter keine Nahrung zu sich genommen und sich doch das Leben erhalten. Offenbar hat ihnen das Fett hierbei einen Ersatz geliefert. In vielen Krankheiten ist der Mensch wochenlang nicht im Stande, nahrhafte Speise zu sich zu nehmen, und das Fett nimmt hierbei ebenfalls die Rolle eines aufgesparten Vorrathes an. Der reiche Vorrath an Fett, den das weibliche Geschlecht besitzt, geht meist in dem Wochenbette drauf, wo sie viel Blut, Schweiß und Milch verlieren und wenig durch Speise ersetzen dürfen. Die Natur hat nicht umsonst die Frauen, so lange sie fähig sind, Kinder zu gebären, mit Fett gesegnet.

Aus all' diesen Fällen ergiebt sich die Wichtigkeit des Fettes im Allgemeinen, und dies wußte man auch schon seit langer Zeit und legte hierauf mit Recht großen Werth. Allein das wahre und richtige Sachverhältniß hat erst die neuere Forschung aufgeklärt. Wenn man früher annahm, daß das Fett wirklich Alles ersetzen und

aus demselben sich Blut bilden und Fleisch werden könne; wenn man sonst der Ansicht war, daß das aufgespeicherte Fett eine Art Futtersack für Nothfälle wäre und aus diesem Futtersack Alles, was der Körper braucht, entnommen werden könne, so hat die neuere Wissenschaft dies als Irrthum nachgewiesen und gezeigt, daß das Fett dies unmöglich leisten kann, weil seine Bestandtheile garnicht so beschaffen sind, daß sie wirklich Fleischstoff oder Blut vollkommen bilden können. Dem Fett fehlt hierzu ein Hauptbestandtheil, und das ist, wie wir sehen werden, der Stickstoff.

Worin aber besteht die wichtige Rolle des Fettes nach den neuesten Forschungen?

Um dies einzusehen, müssen wir die zweite Gattung der Nahrungsstoffe kennen lernen, und das wollen wir im nächsten Abschnitt darzulegen versuchen.

VIII. Die zweite Art Speise.

Wir haben es im vorletzten Abschnitt dargelegt, wie man Speisen zu sich nehmen muß, um Blut zu bilden, diese Flüssigkeit, aus welcher sich der Leib aufbaut.

Es giebt aber noch eine zweite Art von Speise, die man genießen muß, welche nicht Blut bildet, sondern die benutzt wird, um athmen zu können.

Der Stoff, woraus der Leib sich materiell aufbaut, wird dem Körper durch die blutbildende Nahrung zugeführt; aber um eben Blut zu bilden, um aus Speisen der verschiedensten Art nur diese eine Flüssigkeit, das Blut, zu fabriziren, und um aus dem Blut leiblichen Körper aufzubauen und alten, verbrauchten Stoff davon zu führen, zu

all dem muß, wie sich's von selbst versteht, eine stete Anregung vorhanden sein, welche die ganze Maschinerie in fortwährendem Gange hält. Und diese Anregung eben geschieht durch das Athmen, in Verbindung mit dem Umlauf des Blutes.

Der menschliche Körper gleicht gewissermaßen in dieser Beziehung einer gewöhnlichen, von Dampfkraft getriebenen Fabrik. In diese Fabrik wird Roh-Material eingebracht, um daraus das Fabrikat zu erzeugen; aber zugleich muß die Kraft, welche das ganze Räderwerk der Fabrik in Betrieb setzt, muß der Dampf erzeugt und unterhalten werden, und um diesen Dampf zu erzeugen, muß man der Maschine viel Material liefern, woraus nichts weiter fabrizirt wird. Die Kohlen und das Wasser, welche die Dampfmaschine für sich in Anspruch nimmt, haben eigentlich mit der Fabrik selber nichts zu thun. Sie sind nur das Material, durch welches die Thätigkeit der Fabrik angeregt wird, und wenn sie geleistet haben, was sie sollen, so ziehen die Kohle und der Dampf wieder durch den Schornstein davon. Die Fabrik verbraucht nicht den Stoff des Brenn- und Dampf-Materials, sondern hat nur die durch dieselbe hervorgebrachte Kraft benutzt, um ihr eigenes Roh-Material zu verarbeiten.

Aehnlich wie in dieser Fabrik geht es in der inneren Fabrik des menschlichen Leibes zu.

Durch das Athmen wird die Körperwärme erzeugt und dem Köper zugleich die chemische Anregung zu seinem Stoffwechsel gegeben. Beim Einathmen nimmt man Sauerstoff in die Lungen auf; hier geht der Sauerstoff in's Blut über und strömt mit dem Blut zum Herzen, und wird vom Herzschlag durch alle Adern des Körpers bis in die feinsten Fäserchen desselben getrieben. In all den kleinsten Theilen des Körpers giebt das Blut nun den

Sauerstoff ab und nimmt verbrauchten Körperstoff, Kohlenstoff in sich auf. Nun geht das Blut wieder durch besondere Adern zurück in's Herz und wird von hier in die Lungen getrieben, woselbst beim Ausathmen die Kohle, in Verbindung mit Sauerstoff, als Kohlensäure aus dem Körper ausgeschieden wird.

Durch diesen chemischen Vorgang wird beim Athmen sowol Wärme erzeugt, wie auch beim Umlauf des Blutes und seiner Abgabe frischen Stoffes und Aufnahme des verbrauchten Stoffes der chemische Prozeß im Körper unterhalten. Das Athmen ist also gewissermaßen nur der Heiz-Apparat und die Anregung der inneren Fabrik zu ihrer Thätigkeit.

Ganz aber so, wie der Heiz- und Dampf-Apparat einer gewöhnlichen Fabrik sein Brennmaterial und seinen Wasserbestand erhalten muß, um wirken zu können, ganz so ist es in der Fabrik des menschlichen Körpers der Fall.

Außer den Speisen, welche man genießen muß, um leiblichen Stoff daraus zu bilden, muß man noch Speisen zu sich nehmen, um das Athmen möglich zu machen.

Beim jedesmaligen Ausathmen geht eine Portion Kohlenstoff aus dem Körper, mit jedem Athem wird auch Wasser aus den Lungen entfernt. Die Bestandtheile des Wassers sammt dem Kohlenstoff, die also fort und fort ununterbrochen aus Mund oder Nase strömen, sind ein bedeutender Verlust, den der Körper erleidet. Hierzu kommt noch die Ausdünstung der Haut, die gleichfalls in Summa sehr bedeutend ist und dem Körper ansehnliche Massen seines Stoffes entzieht. Dieser Mangel muß Ersatz finden und deshalb muß ein Theil der Speisen, die wir genießen, die Stoffe enthalten, die die Athmung möglich machen.

Wir werden nunmehr sehen, wie gewisse Speisen wirk-

lich vorzugsweise die Athmung befördern, während andere leiblichen Stoff bilden, wie man also die Nahrung eintheilen muß in blutbildende und athembildende Speisen, und erst wenn wir dies werden deutlich gemacht haben, werden wir im Stande sein zu zeigen, wie wichtig die Rolle ist, die das Fett hierbei spielt, und wie dies einerseits unumgänglich nothwendig ist, um die Athmung zu erhalten, und andererseits ein Schutzmittel ist, damit nicht Schweiß und Athem an unserm Fleisch und Blut zehren.

IX. Von den chemischen Bestandtheilen der Nahrung.

Die Nahrungsstoffe, die zur Bildung von Blut und Körpermasse dienen, unterscheiden sich von den Nahrungsstoffen, die nur zur Unterhaltung des Athmens nöthig sind, schon dadurch, daß ihre chemische Zusammensetzung eine verschiedene ist.

Eine Speise, die zur Athmung dient, braucht chemisch nur aus drei Urstoffen zu bestehen, aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff; eine Speise jedoch, die Blut bilden und aus der sich der Leib aufbauen soll, muß noch einen vierten chemischen Bestandtheil haben, sie muß außer den genannten Stoffen auch noch Stickstoff enthalten.

Speisen, die keinen Stickstoff enthalten, nennt man daher Athmungsmittel; Speisen, die Stickstoff enthalten: Blut-Bildner.

Der größte Theil der Pflanzenkost besteht nur aus drei Urstoffen, das heißt, sie sind nicht stickstoffhaltig. Fast alle Salate, Gemüse und vorzüglich die Kartoffeln haben keinen, einzelne von ihnen nur äußerst wenig Stickstoff

Sie können daher wol zur Speise dienen, aber sobald nicht noch andere Speisen nebenbei genossen werden, geht der Körper zu Grunde. Von Pflanzenkost sind hauptsächlich Weizen- und Roggenbrod, Erbsen, Linsen und Bohnen zugleich stickstoffhaltig und deshalb reicht eine Kost dieser Art wol aus, den Körper zu erhalten, obschon er hierbei noch keineswegs besonders gut gedeihen wird. — In diesem Sinne kann man sagen, daß die Kartoffel nur eine Speise ist, die vornehmlich den Athem unterhalten kann, dagegen Brod, Erbsen u. s. w. schon Blut zu bilden im Stande sind.

Vorzüglich aber ist und bleibt die thierische Kost, also Fleisch, sei es von Land- oder Wasserthieren, die wichtigste Quelle stickstoffhaltiger Nahrung; so daß man sagen kann, daß der Genuß von Fleisch am vorzüglichsten geeignet ist, den Körper mit Blut und Fleisch zu versorgen.

Hiernach läßt es sich leicht einsehen, weshalb man gemischte Kost genießen muß, um sowol den Verlust zu decken, den der Körper durch Athmen, wie durch die Rückbildung leiblichen Stoffes erleidet.

Indem die thierische Kost, also Fleisch, eben so gut Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff enthält, wie die bloße Speise, die zur Athmung nöthig ist, so ist es klar, daß eine bloße Fleischkost eigentlich allein ausreicht, um den Körper vollkommen zu erhalten; allein zum wirklichen Wohlbefinden des Körpers gehört eine zu starke Portion Athmungsspeise, als daß sie mit günstigem Erfolge aus dem Fleisch allein gewonnen werden könnte, und deshalb ist der Trieb zur Pflanzenspeise groß genug, selbst denjenigen nothwendig zu werden, die sonst im Stande wären, ihren Leib durch reine Fleischspeise zu ernähren.

Es ist nämlich eine ausgemachte Thatsache, welche durch Versuche festgestellt worden ist, daß in vierundzwanzig

Stunden im Ausathmen beinahe eben so viele Stoffe aus dem Körper entfernt werden, als auf anderem Wege. Wir athmen Kohlensäure aus, und diese Luftart ist, wenn sie aus den Lungen kommt, mit Wasser vollkommen durchfeuchtet. Darum beläuft auch eine kalte Scheibe mit feinen Wassertröpfchen, wenn man sie anhaucht. Wenn im Winter die Fenster, wie man zu sagen pflegt, schwitzen, so rührt das Wasser, das oft so beträchtlich ist, nur aus den Lungen und den Hautausdünstungen der Menschen her, die sich in der Stube befinden. Durch Versuche ist festgestellt, daß ein Mensch in einem Tage nahe an ein Pfund, also fast ein halbes Quart Wasser ausathmet. Da aber Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht, und das ausgeathmete Wasser zwar aus der Lunge kommt, aber doch vom Blute herrührt, welches das Herz in die Lunge sendet, so läßt sich einsehen, wie dem Körper zum Athmen stets Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff in Form von Speisen und Getränken zugeführt werden müssen.

Und in diesem Haushalt der Natur spielt eben das Fett eine so wichtige Rolle.

Das Fett besteht aus diesen drei Stoffen, aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff. Der menschliche Körper, oder richtiger, die lebenskräftige chemische Fabrik des Körpers versteht es auch, aus allen Speisen, welche diese drei Bestandtheile enthalten, Fett zu bilden. Man braucht nur zu beobachten, wie Gänse, die nur mit Mehlspeise genudelt werden, an Fett zunehmen, um einzusehen, daß die Bestandtheile des Mehls sich in Fett umwandeln.

Fett ist also seinen Bestandtheilen nach so zusammengesetzt, wie eine reine Athmungsspeise. Genießt man nun reichliche Nahrung, um Blut zu bilden und nimmt noch außerdem in Speisen und Getränken mehr Athmungs-Nahrung in sich auf, als man zur Zeit beim Athmen

verbraucht, so setzt sich im Körper Fett ab als eine Masse, die augenblicklich nicht verbraucht wird, aber wie wir sehen werden, vortreffliche Dienste leistet, sobald äußere oder innere Umstände es herbeiführen, daß man aus dem Körper mehr ausgeben muß, als man einnimmt.

X. Die Rolle des Fettes.

Wir haben gezeigt, daß es zwei Arten von Nahrungsmitteln giebt und daß zwei verschiedene Zwecke von ihnen erreicht werden. Es giebt stickstofflose Speisen, die zum Athmen, und stickstoffhaltige Speisen, die zur Blutbildung nöthig sind. — Allein man würde sehr irren, wollte man annehmen, daß diese zwei Arten Speise und die zwei verschiedenen Zwecke wirklich in der Natur so gesondert sind, wie wir sie wissenschaftlich sondern.

Man darf sich nicht vorstellen, als ob Jemand, der zum Frühstück ein Beefsteak mit Bratkartoffeln zu sich nimmt, eine gesonderte Kasse im Leibe hat, die dafür sorgt, daß das Fleisch für die Blutbildung und die Kartoffeln für die Athmung verwendet werden. Wir haben nur Einen Magen und Einen Darm und nur Eine Gesammtkasse für das Blut. Es kommt gewissermaßen bei uns Alles in Einen Topf, und wir haben für unsere doppelte Buchhaltung nur Einen Kassirer, sowol für Einnahme, wie für Ausgabe. — Obenein darf man nicht außer Acht lassen, daß die Speisen, welche Stickstoff enthalten, auch nebenbei jene drei Stoffe in sich haben, welche die stickstofflosen besitzen, daß sie also Kohlenstoff und Wasserstoff und Sauerstoff zum Athmen und zur Ausdünstung der Haut abgeben müssen.

Aber ganz in demselben Maße, wie z. B. Fleischspeise, Eier, und überhaupt stickstoffhaltige Nahrung die drei Stoffe ihrer Bestandtheile, die sie mit reiner Athemspeise gemein haben, zum Athmen hergeben, ebenso macht das Blut schwerlich einen Unterschied in seinem Gehalt von Sauerstoff, Wasser- und Kohlenstoff, und bezieht diesen, wenn es etwas davon braucht, aus einer reinen Athem-Speise, z. B. aus Zucker oder reinem Stärkemehl.

Mit Einem Worte: die innere Fabrik im Menschen bezieht zwar ihren Bedarf aus beiden Speise-Arten und wirft nach der Benutzung derselben beide in gesonderten Formen fort, aber während des Verbrauches macht sie keinen Unterschied zwischen ihnen und nimmt das ihr Zusagende von dort, wo es ihr am ehesten geboten ist, und ersetzt den Mangel der einen, so gut es geht, durch die andere Speise.

Gerade dieser Umstand aber ist es, der dem Fett die ungeheuere Bedeutung giebt.

Fett ist eigentlich, streng genommen, nur ein Vorrath der Athemspeise; denn Fett besteht nur aus den drei Stoffen: Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Wer Fett im Körper angesammelt hat, der kann zur Noth eine Krankheit und eine mäßige Hungersnoth überstehen. Das Fett wird sich freilich verlieren, aber es wird seine Bestandtheile nach und nach dem Blut geben und so den Athem unterhalten, ohne dem Blut wesentliche Verluste durch das Athmen zuzuziehen. Wer aber kein Fett im Körper hat, der ist trotzdem genöthigt, so lange er lebt, zu athmen, er mag nun viel oder wenig essen; ist er nun in einer Lage, wo er keine Nahrung zu sich nehmen kann, so athmet er Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff aus dem Blute weg; das heißt, er zehrt mit seinem Athem an

seinem Fleisch und Blut. Da aber der Mensch schon stirbt, wenn er kaum die Hälfte seines Blutes und Fleisches verloren hat, so stirbt der Verhungernde im vollen Sinne des Wortes durch seinen eigenen Athem.

Es wird nunmehr Jedem verständlich sein, wenn wir sagen: Fett ist an sich ein Gebilde, das dem Körper in geringem Maße nothwendig ist, und namentlich, wie wir in den vorhergehenden Artikeln gesehen haben, für einzelne Organe des Körpers. So lange der Mensch bei gesundem Leibe, gutem Appetit und im Stande ist, stets Nahrung zu erhalten, ist ein Ueberschuß von Fett weiter nicht nöthig; deshalb sind auch magere Menschen keineswegs kränker oder schlimmer daran, als fette. Aber sobald eine bedeutende Störung eintritt, sei es, daß sie durch Krankheit, sei es, daß sie durch äußere Zufälle veranlaßt ist und der Mensch keine Nahrung zu sich nehmen darf oder kann, so ist Fett-Vorrath ein unschätzbarer Artikel im Leibe, denn es bildet dann einen Schutz für das Fleisch und Blut und opfert sich hin und giebt sich aus, ohne daß der Athem nöthig hat, an dem weniger zu missenden Fleisch und Blut zu zehren.

Der genaue Zusammenhang des Fettes mit Athem und Schweiß giebt sich auch im gewöhnlichen Leben kund. Muß man viel athmen und schwitzen, so wird man nicht fett; lebt man so, daß Athem und Schweiß mäßig sind, so setzt der Körper schon bei mäßiger Nahrung Fett an. Thiere und Menschen, die sich viel bewegen, athmen viel und schwitzen viel und werden nicht fett. Menschen, die ein gemächliches Leben führen, sich nicht viel anstrengen, werden stark und fett; denn sie athmen und schwitzen nicht so viel, wie bei Anstrengungen. Thiere, die man fett haben will, sperrt man bei der Mastung ein, so daß sie sich wenig bewegen können. Sie athmen wenig und dünsten

durch die Haut noch weniger aus, folglich setzt sich der Ueberschuß der Athemspeise in Form von Fett in ihrem Körper an.

XI. Soll man Fett essen?

Wenn man die Bedeutung des Fettes im menschlichen Körper in Erwägung zieht, so wird man leicht zu dem Glauben veranlaßt, daß es der Gesundheit förderlich sei und zur Vermehrung des Fettes beitrage, wenn man viele fette Speisen genießt.

Das aber hat sich als Irrthum sowol durch die Erfahrung, wie durch wissenschaftliche Forschung herausgestellt.

Fett, fertiges Fett, sowol thierisches wie Pflanzenfett, ist für den Magen unverdaulich, und nur ganz besondere Arten desselben, die besonders mit fremden Stoffen versehen sind, haben nicht nur keine schädliche, sondern auch eine medizinisch-wohlthätige Wirkung. Zu dieser Gattung, die eine Ausnahme von der Regel macht, gehört der Leberthran, der bei Kindern als Medizin angewendet wird. Freilich ist im Leberthran noch ein Stoff enthalten, das Jod, welchem man die wohlthätige Wirkung dieses Thranes zuschreibt; indessen ist diese Annahme keineswegs sicher, und jedenfalls haben wir hier einen Fall vor uns, wo der Genuß von Fett mindestens nicht schädlich wirkt.

Gleichwol ist es eine unbestreitbare Thatsache, daß andere Arten von Fett, selbst wenn sie nicht allein, sondern mit anderen Speisen zugleich genossen werden, die Verdauung erschweren. Der Grund hiervon ist auch leicht anzugeben. Die Verdauung im Magen sowol, wie im

Darm wird nicht durch eine Art von Zerreiben der genossenen Speise hervorgebracht, wie man sonst glaubte, sondern von einer Flüssigkeit, welche die Wände des Magens, wie des Darmes ergießen, ähnlich wie der Speichel im Munde. Diese Flüssigkeit hat die Eigenschaft, daß sie selbst harte Brodrinden und sogar zerkaute Knochen auflöst. Allein hierzu gehört, daß die Flüssigkeit unmittelbar in die Speisen eindringe; da aber Fett die Eigenschaft hat, jeden Bissen mit einem Fetthäutchen zu umhüllen und besonders die Magen-Flüssigkeit nicht im Stande ist, das Fett zu durchdringen, so erschwert dasselbe die Verdauung im höchsten Grade.

Erst der im Darm sich absondernde verdauende Saft, den man Bauchspeichel nennt, erst dieser hat die Eigenschaft, Fett aufzulösen und es also als Nahrung in's Blut zu bringen.

Der Genuß von viel fertigem Fett ist also an sich nicht rathsam; es ist aber auch, selbst wenn es den Magen passirt hat, von keinem Nutzen im Körper. Versuche, die man an Thieren mit Fett-Fütterung gemacht hat, haben ergeben, daß das fremde, in den Körper eingeführte Fett keine Fett-Ablagerung im Körper veranlaßt, sondern daß es vom Körper wiederum ausgestoßen wird, ohne in den Kreislauf überzugehen.

Der Körper fabrizirt sich das Fett, das er braucht und ansetzt, selber, und zwar aus den Speisestoffen, die gleiche chemische Bestandtheile mit dem Fett haben. Hierzu gehören die meisten Pflanzen, die Stärkemehl oder Zucker enthalten, was beispielsweise im Brod, den Kartoffeln und Mohrrüben der Fall ist. Das Fett eigener Fabrik ist es, welches die von uns aufgeführte wichtige Rolle spielt, und dies deutet schon darauf hin, daß nicht die bloße Anwe-

senheit, sondern auch die Bildung des Fettes ein nothwendiges Gesetz des thierischen Lebens ist.

Es ist etwas ganz Eigenthümliches mit dem Fett der Speisen und dem Fett des Leibes. Das fertige Fett, das man ißt, setzt sich nicht als Fett im Körper an, sondern der Körper produzirt sich hierzu in eigener Fabrik sein Fett aus nicht fetthaltigen Speisen und Getränken. Hiernach sollte man glauben, daß es ganz unnütz sei, überhaupt Fett zu genießen, zumal es im Magen nicht verdaut wird; aber das ist ein Irrthum. Schon der Umstand, daß die Muttermilch, diese natürlichste aller Speisen, fertiges Fett enthält, darf uns als Beweis gelten, daß es nothwendig sei, etwas fertiges Fett zu genießen. Die umständlichsten Versuche haben aber auch dies bestätigt, und es steht jetzt wissenschaftlich fest, daß die Fabrik im Innern des Körpers nicht im Stande ist, Fett zu produziren, wenn sie hierzu in den Speisen nicht ein wenig fertiges Fett mit bekommt.

Das Bedürfniß, unsere Gemüse mit irgend einem Fett zu schmelzen, unser Brod mit Butter zu bestreichen, die Kartoffeln mit Fett zu genießen, die Erbsen mit etwas Speck zu verzehren und dergleichen in jedem Hausstand bekannte Thatsachen, haben ihren sehr richtigen Grund. — Fett an sich ist unverdaulich; aber ein wenig Fett muß zu anderen Speisen mitgenossen werden, denn nur wenn dies geschieht, vermag der Körper sich sein nöthiges Fett aus den Speisen zu fabriziren.

Es geht dem Körper mit dem Fett ähnlich wie dem Brauer mit der Hefe. Die Hefe bildet sich aus den Bestandtheilen des Bieres; aber es geschieht nur dann, wenn der Brauer ein wenig fertige Hefe in's Bier gethan und so die Anregung zur Hefenbildung gegeben hat. — Es scheint, als ob eine gleiche Anregung zur Fettbildung

durch einen Genuß von fertigem Fett durchaus nothwendig ist.

XII. Schlußbemerkungen.

Obwol wir in einer ganzen Reihe von Artikeln von dem Nutzen des Fettes im menschlichen Körper gesprochen haben, müssen wir doch diese unsere Schlußbetrachtung mit dem Geständniß eröffnen, daß so eigentlich die Wissenschaft über die wahre Rolle, die das Fett im Körper spielt, noch nicht völlig aufgeklärt ist.

Wir haben es schon einmal ausgesprochen, daß es ein Irrthum ist, das Dasein irgend eines Gebildes der Natur durch den Nutzen erklären zu wollen, den es anderen Gebilden gewährt. Die Natur schafft nicht ein Ding blos zu dem Zweck, einem anderen Dinge nützlich zu sein. Alles, was die Natur schafft, hat neben dem Nutzen, den es dem Ganzen gewährt, auch, oder richtiger hauptsächlich, seinen Selbstzweck. Daß es mit dem Fett eben so der Fall ist, darauf deuten viele Zeichen hin, obgleich es noch nicht gelungen ist, den Selbstzweck des Fettes, sein nothwendiges Entstehen, seine Wirksamkeit in der Bildung des leiblichen Gewebes und seinen Einfluß und seine Verwandlungen mit Sicherheit aus diesen vereinzelten Zeichen zu deuten.

Das Fett findet sich den verschiedenen nährenden Flüssigkeiten des Körpers in sehr verschiedenen Portionen beigemischt. Im Speisebrei, während dieser noch im Magen ist, spielt das mitgenossene Fett, wie bereits angegeben, nur in kleinen Portionen eine wohlthätige Rolle; in größeren Portionen wirkt es schon störend auf die Verdauung. Anders ist die Portion des Fettes in dem noch weiter aus-

gebildeten Brei, der im Darm entsteht. Die Saugadern des Darmes, die in einen vereinigten Kanal den Speisesaft zu den Blutgefäßen leiten, sind oft strotzend von Fett. Im Blut ist das Fett hauptsächlich in den Blutkügelchen abgelagert. — Im Gehirn ist zwar kein abgelagertes freies Fett; aber es sind nicht weniger als fünf verschiedene Arten von Fettverbindungen in demselben enthalten. — Die Gattung von Nerven, welche man die animalischen Nerven nennt, und welche recht eigentlich die innere Fabrik des Körpers in Bewegung setzen und regeln, diese Art Nerven sind derart mit Fett gefüllt, daß sie hohle Röhren bilden, wenn man aus ihnen das Fett durch Aether und Alkohol auswäscht.

All' das ist nicht zufällig, sondern deutet ganz unzweifelhaft darauf hin, daß das Fett hier in dem inneren Leben, in dem Umbilden, in dem Schaffen und Rückbilden des Körpers eine noch nicht erkannte Rolle spielt. Unser Gehirn enthält Phosphor, und man hat dem Phosphor die Ehre angethan, ihn einen wesentlichen Bestandtheil unserer geistigen Thätigkeit, also unseres Denkens, zu nennen. Warum man dem Fett diese Ehre versagen soll, das in größerer Masse und mannigfaltigerer Gestalt im Gehirn vorkommt, wissen wir nicht. Das Leuchten des Phosphors im Dunkeln mag wol etwas Aehnliches mit dem Aufleuchten der Gedanken haben; aber wenn es einmal auf's Leuchten der Gedanken ankommt, so leuchtet gewiß das Fett, oder richtiger die Gasbestandtheile desselben, besser und heller als Phosphor. — Sei dem aber wie ihm wolle, es ist — ernst betrachtet — das Fett in seiner wesentlichen Rolle noch nicht erkannt.

Die Grundform aller Bestandtheile des lebenden Körpers ist nach den neuesten Forschungen die Zelle. Sowie in der leblosen Natur jede Umwandlung flüssiger Masse in

feste durch Bildung von Krystallen geschieht, so geschieht das Festwerden in der lebendigen Natur stets durch Bildung von Zellen. — Welchen Antheil aber hat das Fett bei dieser Bildung? Auch diese Frage wird die Wissenschaft erst nach fortgesetzten Studien zu beantworten wissen; interessant ist hierbei die Entdeckung des Sanitätsrathes Ascherson in Berlin, der zuerst nachwies, wie ein Fetttröpfchen, in eine Eiweiß-Lösung gebracht, sofort eine Verdichtung des Eiweißes rings herum hervorbringt. — Vergleicht man hiermit die reichere Anwesenheit des Fettes bei fast aller Körnchen- und Zellen-Bildung des Blutes, so liegt die Vermuthung nahe, daß das Fett kein müßiger Zuschauer bei der Bildung der festen Theile des Körpers ist. —

Eine nahe Verwandtschaft eines sehr wichtigen Stoffes, der Galle, mit dem Fett ist längst bekannt. Dies wissen nicht nur die Maler und Färber, welche Oelfarben durch Galle löslich machen, sondern auch die wirtlichen Hausfrauen, welche die seidenen Zeuge durch Waschen in Ochsengalle von Fettflecken reinigen. Neuere Forschungen aber haben noch auf wichtigere Vermuthungen geführt; sie gehen so weit, daß sie die Galle aus einer Umbildung des Fettes entstehen lassen. Dieser Gedanke, der namentlich dadurch unterstützt wird, daß sich bei der Entwickelung des Hühnchens im Ei, in der Zeit, wo sich der Dottersack in die Bauchhöhle hineinzieht, Fett an die Leber anlegt, wo später die Galle sich findet, dieser Gedanke, daß Galle wirklich verwandeltes Fett ist, wird auch durch Fett- und Leber-Krankheiten bestätigt, in welchen es unzweifelhaft ist, daß Fett und Galle in engster Beziehung zu einander stehen. —

So scheiden wir denn von diesem Thema mit dem Bekenntniß, daß die eigentliche, die lebensthätige Rolle des

Fettes noch unerkannt ist; aber wir hoffen, daß trotzdem der von uns angeführte und also bereits bekannte vielfache Nutzen des Fettes hinreichen wird, es zu rechtfertigen, daß wir in diesen Betrachtungen die Wichtigkeit desselben unseren Lesern vorgeführt haben.

Nur eine Schiebe-Lampe.

I. Die Natur und die Bestimmung des Menschen.

Es giebt viele Menschen, die da meinen, daß die Kenntniß der Natur viel verbreiteter sein und im Volke weit mehr Anklang finden würde, wenn unser ganzes Zeitalter sich nicht von der Natur entfernt und einem Dasein zugewendet hätte, worin die Kultur, die Kunst so sehr überhand genommen hat.

„Wo findet man noch Natur?“ rufen sie aus. „Wo findet man noch einen reinen Naturgenuß, den die Menschen nicht verkünstelt haben?“ „Wo ist noch ein Naturmensch zu finden, der nicht von der Kultur überfirnißt ist?“ „Wo kann man noch ein Feld, einen Wald, einen Bach, einen Strom erblicken, der so ist, wie er aus der Hand Gottes hervorgegangen?“ „Die Natur“, so rufen sie, „ist untergegangen in der Künstelei des Menschen, der in ihr Bereich hineingefuscht und seinen Nutzen oder Geschmack ihr aufzwingt. Wir sehen nichts mehr in der Welt, als höchstens die Wolken und den Sternenhimmel, wohin wir nicht gelangen können, in ihrer Natürlichkeit prangen.

Wir haben uns von der Natur, wie sie ist, entfernt; wir leben in einem großen Meer einer künstlich erzeugten Umgebung, und deshalb wird auch, trotz aller Mühe, die Kenntniß der Natur im Volke nicht recht Wurzel schlagen können!"

Die so sprechen, sind, unserer Ansicht nach, in einem schweren Irrthum befangen.

Die Natur, wie sie, nach dem Ausspruch dieser ihrer Fürsprecher, „aus der Hand Gottes hervorgegangen", wird mit Recht eine „Wildniß" genannt. Ein Leben in dieser Wildniß kann für wenige Stunden ergötzlich sein; ein ganzes Dasein in derselben aber würde den Menschen zu einem Sohn der Wildniß machen, der wenig das wilde Thier überragt. Der Mensch, der so der unzivilisirten Natur am nächsten steht, wird ein Knecht der Natur und kann als solcher seine wahre Bestimmung nicht erfüllen. Der Mensch aber, der die Natur in seiner ganzen Umgebung umbildet und umgestaltet, ist nicht „unnatürlich", sondern im Gegentheil: der Trieb, der ihn zwingt, der Natur außerhalb entgegenzutreten, ist ein ihm natürlicher Trieb, der ihm erst die wahre Menschenwürde verleiht.

Schon die ältesten Dichter der Schöpfungsgeschichte, schon die Dichter der Bibel haben mit richtigem Blick diese Wahrheit erkannt, und wenn sie erzählen, daß Gott den Menschen bei dessen Entstehung gesegnet und ihm geboten: „Erfüllet die Erde und bezwinget sie", so haben sie dadurch nur den richtigen Gedanken ausgesprochen, daß der Mensch ein Herr der Erde, der Natur und ihrer Erzeugnisse sein und auf ihre Umbildung und Umwandlung all' seine geistige Kraft verwenden soll!

Der Mensch soll die Natur nicht lassen, wie sie für sich selber waltet; es ist vielmehr seine Bestimmung, der

Natur allenthalben den Stempel des menschlichen Schaffens aufzudrücken. Es liegt in seiner, in des Menschen Natur, daß er es als Zweck seines Daseins betrachte, die Welt um sich her zu beherrschen. Er soll der Herr der Erde sein und es immer mehr werden. Er soll die Thiere des Waldes bewältigen und sie sich dienstbar machen. Er soll Berge ebnen, Ströme leiten. Er soll sich den Wind dienstbar machen, daß er ihm Mühlen treibe und Schiffe führe. Er soll den verheerenden Blitz zwingen, an seinem Hause vorüber zu ziehen. Er soll der Kälte eine künstlich erzeugte Wärme entgegensetzen. Er soll den Brand der Sonne durch künstliche Schatten mildern. Er soll der Ueberschwemmung der Gewässer künstliche Dämme entgegenstellen. Er soll die Kraft des Dampfes brauchen, um übermenschliche Kräfte zu entfalten. Er soll die Entfernungen durch Maschinen überwinden. Er soll den Flug elektrischer Ströme von Land zu Land zu seinen Boten machen. Er soll gebieten über die Natur außer ihm, er soll sie sich dienstbar unterwerfen und sich zum Herrn aufwerfen, zu welchem die Natur eben ihm das Recht und die geistige Kraft gegeben.

Nicht derjenige ist ein Naturmensch, der in die Natur nicht eingreift und sie über sich walten läßt, sondern der ist ein Naturmensch, ein wahrer Mensch, ein Mensch, wie ihn die Natur selber verlangt, der die Natur durch seinen Geist durchgeistigt, der ihr sein Gepräge aufdrückt und sie und ihre Kräfte zwingt, die Umwandlungen durchzumachen, welche man Kunst und Kultur nennt.

Mit einem Worte: die Kultur ist die Natur der Menschen.

Ist es demnach schon ein Irrthum, wenn man die Natur, wie sie aus der „Hand des Schöpfers“ hervorgegangen ist, wenn man die „Wildniß“ höher stellt, als die

Welt des Menschen, als die Kultur, so ist es ein noch größerer Irrthum, wenn man glaubt, daß die Menschen in der Kenntniß der Natur fortschreiten würden, wenn sie der unkultivirten Natur näher ständen.

Die Erfahrung lehrt das Gegentheil. Der Mensch, der die Natur nicht so lassen will, wie sie ohne ihn ist, hat erst recht die Anregung, die Gesetze der Natur kennen zu lernen. Denn der Mensch bewältigt die Natur nur durch die Gesetze der Natur. Will er ihr Herr sein, so muß er bei ihr selber in die Lehre gehen.

Wir glauben daher, daß die Kenntniß der Natur und ihrer Gesetze sich immer mehr ausbreiten wird, je mehr der Mensch in der Kultur vorschreitet, und daß auch im Volke diese Erkenntniß immer weiter vorschreiten wird, wenn man nur dahin wirkt, daß es die Gaben der Kultur schätzen und die Gesetze der Natur in derselben erkennen lernt. —

Und diese große, weltumgestaltende, bildende Wahrheit wollen wir an einem kleinen, scheinbar geringfügigen Beispiel darthun und einmal den tiefen Eingriff in die Natur und die Benutzung ihrer Gesetze an einem sehr gewöhnlichen Werkzeuge, an dem Bau und Wesen einer aller Welt schon bekannten „Schiebe-Lampe“ zeigen.

II. Die einzelnen Theile.

Es wird wol Manchem sonderbar vorkommen, daß wir an ein so gewöhnliches Geräth, wie eine Schiebelampe, eine so hohe Betrachtung über die Kultur der Menschen anknüpfen; allein wir müssen daran erinnern, daß die Kultur eines Volkes, eines Landes und eines Menschen-

geschlechts nicht gemessen werden darf an ungewöhnlichen Geräthen und Kunstwerken, sondern gerade an den gewöhnlichen und gebräuchlichen.

Auch in unkultivirten Ländern giebt es Liebhaber von Seltenheiten und Verfertiger von Kunstwerken. Auch in Rußland findet man in Palästen der Reichen Gegenstände des Luxus und Werke der Kultur; wie weit aber würde man fehl greifen, wenn man die Kultur in Rußland nach dem Geschmack und der Ausstattung der einzelnen Prachtzimmer der Reichen abschätzen wollte! Nicht das Ungewöhnliche und Seltene, sondern das allgemein Benutzte und bis in die untersten Schichten des Volkes Verbreitete ist der richtige Maßstab für die fortgeschrittene Menschheit, und solch einen Maßstab bildet auch unsere Schiebelampe. —

Sie hat aufgehört, ein Gegenstand des Luxus zu sein, und ist ein sehr brauchbares Geräth des Hauses, des Arbeitstisches geworden. Sie ist aus den Gemächern des Reichen ziemlich verdrängt worden durch geschmackvolle und geschmacklose Uhr- und Kugel-Lampen und hat sich im Bürgerstande angesiedelt, der ihren Nutzen zu schätzen und ihre Vortheile zu würdigen mehr und mehr Gelegenheit hat.

Die Fabrikation derselben geht jetzt wirklich in's Unglaubliche, ein Zeichen, daß sie außerordentlich beliebt ist, ein Beweis, daß sie eben so angenehm wie nützlich ist. Weil dem aber so ist, weil sie in Jedermanns Händen ist, deshalb wollen wir an ihrer ganz vortrefflichen Einrichtung zeigen, wieviele naturwissenschaftliche Kenntnisse sich vereinigen mußten, um sie herzustellen, und wie sehr sie für Jeden, der gern in leichter Weise die Gesetze der Natur kennen lernt, geeignet ist, eine Quelle reicher Naturkenntniß zu werden.

Wir wollen einmal flüchtig die einzelnen Theile der Schiebelampe hier aufzählen, um sodann den besonderen Nutzen und die sinnreiche Zusammenstellung derselben in naturwissenschaftlicher Beziehung vorführen zu können.

An einer Messingstange, die unten an einem breiten Fuß und an welcher oben ein Ring als Griff angeschraubt ist, läßt sich die eigentliche Lampe auf- und niederschieben und beliebig in jeder Höhe durch eine Schraube befestigen.

Die Lampe selber aber besteht aus einem Oelkasten von gewöhnlichem Weißblech. Wir meinen hiermit den Behälter, den man heraushebt, umkehrt, mit Oel füllt, wieder umstülpt und an seinen vorigen Platz bringt. Diesen Platz aber findet der Oelkasten in einem zweiten Behälter von Messingblech, der aufrecht steht und an welchem man nichts bemerkt, als daß er an irgend einer Stelle ein kleines Loch hat, das Vielen wol als überflüssig oder gar als ein Fehler erscheinen mag. Wir werden sehen, daß dies Loch eine wichtige Bestimmung hat und mit ein wesentlicher Theil der Einrichtung ist.

Von diesem zweiten Behälter aus Messingblech führt ein Rohr nach vorn zu dem eigentlichen Brennrohr, das mit vielen besonderen Theilen versehen ist.

Vor Allem geht durch das äußere Rohr noch ein inneres hindurch, das oben und unten offen ist und das Luftrohr genannt wird. Am unteren Ende des Luftrohrs ist ein eigenes Näpfchen angeschraubt, wohinein das überfließende Oel abläuft; das Näpfchen ist eigentlich gebogen und mit Löchern versehen und wir werden wahrnehmen, daß nicht nur die Löcher ihre wichtige Bedeutung haben, sondern daß auch die Art, wie der Hals des Näpfchens gebogen ist, von wesentlichem Einfluß auf die Güte der Lampe ist, und daß selbst hierin eine sinnreiche Vorrichtung liegt.

Oberhalb des Brennrohrs ist der Zylinder-Kranz, der den Glas-Zylinder trägt. Auch dieser ist eigenthümlich gearbeitet und könnte Vielen nur zur Zierde der Lampe so gearbeitet erscheinen; aber wir werden auch hier gewahren, daß jedes Streifchen dieses Kranzes seine wesentliche Bedeutung und Nützlichkeit hat, und er im Ganzen als eine treffliche Erfindung angesehen werden darf.

In dem Raum, der sich zwischen dem äußeren Brennrohr und dem inneren Luftrohr befindet, liegen noch zwei verschiedene Lampentheile. Ein frei hineingestelltes Rohr, welches seiner ganzen Länge nach einen Schnitt hat, und ein breiter Ring, an welchem der Docht befestigt wird, nehmen diesen Raum ein. Beide im Verein mit den übrigen Theilen haben eine so wohldurchdachte Einrichtung, daß man sie ein kleines mechanisches Kunstwerk nennen kann, zu dessen Einrichtung durchaus viel Geist gehört hat.

Endlich haben wir uns noch den Glas-Zylinder anzusehen, der unten breit ist; aber dort, wo die Spitze der Flamme hinkommt, plötzlich enger wird. Auch dies ist mit vielem Vorbedacht und mit gutem Grund so eingerichtet, so daß man nur sagen kann: wer die Einrichtung einer Schiebelampe genau begreifen will, der muß sich eine ganze Masse von Natur-Erscheinungen klar machen, und er wird dann sehen, daß sehr viel Geist in diesem gewöhnlichen Geräth unserer Häuser steckt!

III. Die Regelung des Oelstandes.

Wir wollen nunmehr zu der Erklärung all' der einzelnen Theile der Schiebelampe kommen, um zu zeigen,

welch ein großer Aufwand von Geist und Kenntnissen dazu gehört, solch ein Geräth zu erfinden.

Wir haben gesehen, daß ein zwiefacher Oelbehälter angebracht ist; einer, der aufrecht wie ein Gefäß steht, und ein zweiter, in den man eigentlich das Oel hineingießt, den man aber umgekippt in den ersten Behälter hineinsteckt. Wozu ist das nöthig? Weshalb gießt man das Oel nicht einfach in den ersteren Behälter?

Zur Beantwortung dieser Frage muß man Folgendes wissen.

Eine Lampe brennt nur dann gleichmäßig und schön, wenn das Oel in derselben immer in der Nähe der Flamme steht. Zwar besitzt der Docht eine eigene Anziehungskraft, durch welche seine Fäden Flüssigkeiten aufsaugen und in die Höhe steigen lassen, wenn man auch nur das untere Ende des Dochtes damit befeuchtet. Diese Kraft findet man nicht nur an Dochten, sondern an allen Dingen thätig, welche aus Fäden, aus feinen Stäbchen, aus engen Röhrchen oder aus einzelnen Krümelchen zusammengefügt sind. Wenn man ein recht dünnes Glasrohr in ein Glas Wasser hineinstellt, so sieht man, daß das Wasser im Rohr bald höher steht als im Glase, und sich bis zu einer gewissen Stelle erhebt, die oft recht bedeutend ist. Es rührt diese Erscheinung her von der Anziehungskraft, die die Glaswände des Rohrs auf das Wasser ausüben, vereint mit der Anziehung, mit welcher jedes Tröpfchen Wasser das Nachbar-Tröpfchen festhält. Diese Erscheinung sieht man auch, wenn man ein Stück Zucker mit einer Ecke in eine Tasse Kaffee taucht. Es wird wol schon Jeder bemerkt haben, wie schnell der Kaffee hinaufläuft und das ganze Stück Zucker durchzieht. Allein bei solchem Versuch wird man auch schon Gelegenheit gehabt haben zu bemerken, daß das Stück Zucker, wenn es nur etwas

groß ist, oben weniger durchgefeuchtet wird als unten. Der Grund hiervon läßt sich auch leicht einsehen, denn je höher die Krystall-Krümelchen des Zuckers die Flüssigkeit heben müssen, desto mehr wirken sie der Schwere, der Anziehungskraft der Erde entgegen und desto schwächer wird ihre Wirkung.

Mit dem Docht und dem Oel geht es ebenso.

Wird eine Lampe so gefüllt, daß das Oel oben am Docht, wo die Flamme brennen soll, steht, so findet die Flamme reichlich Oel vor und die Leuchtkraft ist gut. Nach und nach aber wird immer weniger Oel da sein: der Docht wird das Oel heben müssen und thut es auch; allein je länger es so fort geht, desto schwächer wird die Hebe-Kraft des Dochtes. Hierdurch wird die Flamme immer ärmlicher mit Oel gespeist und brennt deshalb immer trüber.

Man hat garnicht wenige Versuche gemacht, die diesem Uebelstand abhelfen sollen; nichts aber ist so vortheilhaft und einfach, wie die Einrichtung, die die Schiebelampe mit ihrem zweifachen Oelbehälter hat.

Heben wir den einen Oel-Kasten heraus und besehen wir uns einmal seine Einrichtung. — Der Kasten aus gewöhnlichem Blech hat nur die eine offene Stelle, wo man das Oel hineingießt; aber an dieser Stelle ragt ein Draht hervor, der an eine kleine Platte befestigt ist, und hebt man Draht und Platte in die Höhe, so bemerkt man, daß die Platte von innen die Oeffnung des Kastens verschließt. So lose dieser Verschluß ist, so reicht er doch aus, um kein Oel ausfließen zu lassen, wenn man den Kasten mit Oel gefüllt umkehrt, sobald man nur während des Umkehrens die Platte an die Oeffnung gebracht hat. Es rührt dies daher, daß das Gewicht des Oeles auf die

Platte drückt und sie an die Oeffnung preßt, so daß gewissermaßen das Oel sich selber den Ausgang versperrt.

Steckt man nun den Oelkasten in den Behälter, der an der Lampe fest ansitzt, so würde eigentlich kein Oel ausfließen; allein der Draht des Oelkastens stößt beim Hineinstülpen an den Boden des äußeren Behälters an, dadurch hebt sich die Platte auf und es fließt nun Oel in den mit dem Brennrohr in Verbindung stehenden äußeren Behälter.

Aber man kann sich, wenn man nach einer Weile wieder den Oelkasten heraushebt, leicht davon überzeugen, daß nur wenig Oel hinabfließt; und so muß es auch sein. Es darf immer nur so viel Oel hinabfließen, daß der Docht ungefähr einen halben Zoll aus dem Oel hervorragt, und die Einrichtung muß so sein, daß wenn etwas Oel abgebrannt ist, wieder gerade so viel von selber nachfließt und dadurch das Oel immer in gleicher Höhe in dem Brennrohr erhalten wird.

Wodurch aber wird dies hier bewirkt?

Um dies vollkommen einzusehen, muß man ein wichtiges Naturgesetz kennen lernen, das wir eben unsern Lesern hier vorführen wollen. Es ist dies das Gesetz des Luft-Druckes, dessen Wirkung von außerordentlicher Bedeutung in der ganzen Natur ist und worauf viele der wichtigsten Einrichtungen gegründet sind.

Wir beanspruchen daher von unseren Lesern ein klein wenig Geduld, denn wir werden in der nächsten Betrachtung unsere Lampe Lampe sein lassen und uns zu scheinbar ganz anderen Dingen wenden; aber wir versprechen dafür, daß jeder unserer aufmerksamen Leser bereichert durch eine wichtige Einsicht mit uns zur Lampe zurückkehren und uns hoffentlich Dank wissen wird, daß wir ihn ein Ding schätzen

und achten gelehrt haben, worin unbeachtet viel Geist und Naturkenntniß steckt.

IV. Vom Druck der Luft.

Es ist gerade nicht leicht, sich einen richtigen Begriff von dem zu machen, was man den Luftdruck nennt, und von all' den Natur-Erscheinungen, die in Folge des Luftdruckes entstehen.

Um sich die Sache möglichst klar zu machen, muß man Folgendes erwägen.

Ein hohler Messing-Ballon, den man genau gewogen hat, wiegt um etwas leichter, sobald man aus demselben die Luft ausgepumpt hat. Es ist klar, daß er deshalb an Gewicht verloren, weil früher die Luft in demselben mitgewogen wurde, und man muß hieraus schließen, daß Luft ebenso gut ein Gewicht hat, wie jedes andere Ding in der Welt. Genaue Versuche haben gezeigt, daß ein Quart Luft etwa 15 Gran wiegt, daß also 16 Quart Luft erst ein Loth wiegen.

Ist dem aber so, so fragt es sich, wie ist es möglich, daß wir in der Luft leben können? Wir wandeln auf der Erde umher, und über uns ruht ein Luftmeer, das viele Meilen hoch ist. Wenn nun auch ein Quart Luft nur sehr wenig wiegt, so ist es doch klar, daß die ungeheuere Säule von Luft, die über uns schwebt, viele hundert Zentner schwer ist; woher kommt es, daß uns diese Masse nicht platt zu Boden drückt und todt preßt?

Die Antwort auf diese Frage ist, daß es mit dem Druck der Luft anders beschaffen ist, als mit dem Druck anderer Dinge.

Luft drückt anders als Flüssigkeiten, und Flüssigkeiten drücken ganz anders als feste Körper.

Ein Beispiel wird das deutlich machen, was wir meinen.

Gesetzt, man will in ein viereckiges Gefäß einen passenden großen Stein hineinthun. Soll nun das Gefäß nicht platzen, so muß der Boden desselben stark genug sein, den Stein zu tragen. Aber der Stein drückt eben nur auf den Boden, während die Seitenwände und der Deckel des Gefäßes keinen Druck auszuhalten haben und aus dem feinsten und schwächsten Papier gebaut sein könnten.

Wie aber, wenn man in ein solches Gefäß Wasser oder sonst eine Flüssigkeit hineinbringen wollte? — Gewiß sieht es Jeder ein, daß es hier nicht blos auf den festen Boden ankommt, sondern man muß auch die Wände fest genug machen, daß sie einen Druck des Wassers ertragen. Das Wasser, wie überhaupt jede Flüssigkeit, drückt nicht nur auf den Boden des Gefäßes, sondern auch auf die Wände desselben. Das heißt: die Flüssigkeiten drücken nicht nur abwärts, sondern auch seitwärts.

Noch anders ist es mit der Luft. Wenn ein Wassergefäß nur einen festen Boden und feste Wände hat, so kommt es garnicht darauf an, wie stark man einen Deckel dazu macht. Ein Gefäß aber, worin man Luft hineinthun und absperren will, muß einen ebenso festen Deckel haben, wie Boden und Wände sind; denn bei der leisesten Veranlassung durch Ausdehnung oder Druck oder Pressung wird die Luft ebenso gut den Deckel, wie den Boden oder die Wände sprengen. Das heißt, wenn Luft drückt, drückt sie nicht nur nach unten und seitwärts, sondern auch aufwärts.

Mit kurzen Worten heißt all' dies wie folgt: Feste

Körper, die nicht nach den Seiten ausweichen können, drücken nur abwärts. Flüssige Körper, die stets streben, nach allen Seiten hinzufließen, drücken abwärts und seitwärts; luftförmige Körper, die das Bestreben haben, sich nach allen Richtungen hin auszudehnen, drücken abwärts, seitwärts und aufwärts.

Hieraus aber folgt, daß das Gewicht der Luft auf unseren Körper keineswegs etwa abwärts drückt, sondern der Druck ist von allen Seiten her gleichmäßig, ebenso aufwärts wie abwärts, ebenso von vorne wie von hinten, ebenso von rechts wie von links her. Die Luft, in der wir uns bewegen, ist freilich durch das Gewicht der über ihr lagernden ungeheuren Luftschicht gepreßt und preßt auch auf uns; aber weil eben dieser Druck nach allen Seiten gleichmäßig ist, gleicht er sich aus und vermag uns nicht nach irgend einer Seite hinzupressen.

Freilich wird man sagen: das ist ein schlechter Trost, wenn wir nur darum existiren können, weil wir gleichmäßig von allen Seiten gepreßt werden! — Woher aber kommt es, daß unser von allen Seiten gepreßter Körper nicht durch diese Pressung in sich selbst zusammenkracht?

Es rührt dies daher, weil sich in unserem ganzen Körper auch nicht Ein Fleckchen leerer Raum befindet. Allenthalben in unserem Körper befinden sich entweder Luft oder Flüssigkeit oder feste Bestandtheile. All' diese Theile sind ebenso stark in ihrer Pressung nach außen wie die Luft, die uns umgiebt, und dadurch herrscht zwischen den inneren Theilen des Körpers und der äußeren Umgebung der Luft ein Gleichgewicht, das den Druck der Luft unmerklich macht.

Daher kommt es auch, daß Reisende, die die höchsten Berge der Erde ersteigen, mit großen körperlichen Beschwerden zu kämpfen haben. Auf diesen Bergen nämlich

ist, wie sich's von selbst versteht, der Druck der Luft viel geringer wie auf flacher Erde, weil über diesen Bergen die Luftschicht nicht so dick ist wie am Fuß derselben. Der verminderte Druck der Luft von außen stört aber das Gleichgewicht des Druckes, den der Körper ausübt, und die Reisenden fangen an Blut zu schwitzen, bekommen Nasenbluten, ja, es tritt Blut aus den Augen heraus und sie werden von einer Schwere in den Gliedern geplagt, die nicht vom Steigen herrührt, sondern von dem verminderten Druck der Luft.

Der Luftdruck ist daher nicht nur unschädlich und unmerklich für unseren Körper, sondern wir sind einmal so geschaffen, daß wir uns unter diesem Druck erst recht wohl fühlen!

V. Von der Wirkung und Messung des Luftdruckes.

Da die Luft alle Dinge auf der Erde von allen Seiten umgiebt und der Druck der Luft, wie wir gesehen haben, ebenso von allen Seiten her gleichmäßig wirkt, so giebt sich derselbe nirgends zu erkennen, und deshalb hatten auch die Menschen in früheren Zeiten keine Ahnung von diesem Drucke und seiner Wirkung.

Sobald man jedoch in irgend einer Weise einen Raum luftleer macht, erweist sich die Wirkung des Luftdruckes in außerordentlich starkem Maße.

Wenn man aus einem Medizinfläschchen ein wenig Luft saugt und ohne es vom Munde zu entfernen mit der Lippe die Oeffnung verschließt, so bleibt das Fläschchen an der Lippe hängen, während die Lippe in das Fläschchen

sich hineinpreßt. Es rührt dies nicht her von einer Saugekraft des leeren Raumes, wie man sich's in alten Zeiten dachte, sondern von dem Druck der Luft, der sofort zum Vorschein kommt, wenn die Luft im Fläschchen nicht den Gegendruck ausübt. Die äußere Luft preßt das Fläschchen an die Lippe, und derselbe Luftdruck wirkt durch den Körper des Menschen und preßt die Lippe an der Stelle, wo sie mit dem luftverdünnten Raum in Berührung steht, in das Fläschchen hinein, so daß sie an einander haften bleiben. Die Kraft, die Fläschchen und Lippe zusammenhält, ist nicht etwa in dem Fläschchen, sondern wirkt von außen drückend auf dasselbe.

Man kann durch eine gut eingerichtete Luftpumpe auch größere Gefäße luftleer machen. Hierdurch hat man nicht etwa den Druck der Luft auf die Außenseite des Gefäßes erst hervorgerufen, sondern dieser war auch schon früher da; allein er war unwirksam, weil, so lange Luft im Gefäß war, der Druck von innen dem Druck von außen gleich kam. Jetzt, wo das Gefäß luftleer ist, fehlt der Gegendruck von innen, und wenn die Wände des Gefäßes nicht stark genug sind, so kracht es zusammen, als ob es von außen von allen Seiten her einen bisher nicht bestandenen Druck auszuhalten hätte.

Am leichtesten läßt sich die Wirkung des Luftdruckes erkennen, wenn man ein Rohr luftleer macht, dessen eines Ende in eine Flüssigkeit getaucht ist. Nimmt man z. B. ein hohles Rohr und taucht dessen unteres Ende in Wasser, während man am oberen Ende mit dem Munde die Luft aussaugt, so steigt das Wasser im Rohr in die Höhe. Es rührt dies nicht davon her, daß wir etwa wirklich Wasser aufsaugen, sondern es wirkt hierbei der Druck der Luft und der Umstand, daß wir die Luft aus dem Rohr entfernen und also an dieser Stelle den Luftdruck auf-

heben. Die Luft nämlich drückt auf die ganze Oberfläche des Wassers so, als ob eine Last darauf läge. Gäbe es irgend eine Stelle, wo das Wasser dem Druck nachgebend ausweichend könnte, so würde es dahin strömen; da es aber allenthalben gleichen Druck zu tragen hat, so bleibt die Oberfläche glatt. So wie wir aber ein Rohr hineinstecken und von dieser Stelle die Luft durch Saugen entfernen, findet der Druck hier nicht statt und die Last, die das Wasser an allen Stellen rings um das Rohr zu tragen hat, preßt dasselbe in das Rohr hinein, woselbst kein Luftdruck existirt. Nicht unser Saugen hebt das Wasser in die Höhe, sondern der Luftdruck auf der ganzen Oberfläche des Wassers ist es, der dieses Steigen des Wassers im Rohr zu Wege bringt.

Wie hoch aber vermag der Luftdruck das Wasser in einem luftleeren Rohr steigen zu lassen?

Die Antwort hierauf wissen unsere Brunnenmacher ganz vortrefflich. Unsere Brunnen, die gewöhnlichen Pumpen, thun eigentlich auch nichts anderes, als daß sie die Luft eines Rohrs, das unten in's Brunnenwasser eintaucht, auspumpen. Nicht die Pumpen heben das Wasser in dem Brunnen in die Höhe, sondern der Luftdruck ist es, der das Wasser in das von der Pumpe luftleer gemachte Rohr steigen läßt. Weil dem aber so ist, so weiß es auch jeder Brunnenmacher, daß der Brunnen-Kessel nicht zwei und dreißig Fuß tief unter der Erde liegen darf, wenn die Pumpe wirksam sein soll.

Der Luftdruck vermag das Wasser nur zwei und dreißig Fuß hoch zu heben; ist das Rohr länger, so bleibt das Wasser in der angegebenen Höhe stehen und kümmert sich um den sonstigen leeren Raum der Röhre nicht.

Der Grund hiervon läßt sich leicht einsehen. Da das Steigen des Wassers in einem leeren Rohr nur her-

rührt von dem Druck der Luft, die jede Stelle des Wassers zu tragen hat, von welcher jedoch die, wo das Rohr eintaucht, befreit ist, so wird das Steigen aufhören, sobald die Wassersäule im Rohr so hoch ist, daß sie ebenfalls eine solche Last bildet, wie der Luftdruck. Und dies ist der Fall, wenn die Wassersäule zwei und dreißig Fuß hoch ist. Das heißt mit anderen Worten: die Luft drückt auf jede Stelle der Erde und aller Gegenstände, mit denen sie in Berührung kommt, gerade so stark wie eine ebenso große Säule von zwei und dreißig Fuß Wasser!

Die Luft ist zwar sehr hoch und auf einem Quadrat-Zoll Fläche ruht eine Luftsäule, die ganz unzweifelhaft mehrere Meilen hoch ist; allein Luft ist leicht und sie wird in der Höhe immer dünner, so daß die ganze Säule doch nur soviel Gewicht hat, wie eine Säule Wasser, die einen Zoll breit und dick und zwei und dreißig Fuß hoch ist. Eine solche Säule wiegt aber circa 15 Pfund, folglich weiß man, daß eine Säule Luft von einem Quadrat-Zoll Durchmesser von der Erde ab bis zur Höhe, wo die Luft aufhört, doch nur 15 Pfund wiegt.

VI. Einige hauptsächliche Erscheinungen des Luftdruckes.

Da man nun weiß, wie stark die Luft auf jeden Quadrat-Zoll drückt, so kann man sehr leicht den Luftdruck und alle Erscheinungen, die er hervorruft, mit größter Genauigkeit berechnen.

Durch den Luftdruck steigt nicht nur Wasser in einem luftleeren Rohr in die Höhe, sondern auch jede andere Flüssigkeit. Ist die Flüssigkeit leichter als Wasser, so steigt

sie auch höher als Wasser; gäbe es z. B. eine Flüssigkeit, die nur halb so schwer ist wie Wasser, so würde sie 64 Fuß hoch in einem luftleer gemachten Rohr steigen. Ist die Flüssigkeit schwerer als Wasser, so wird sie im luftleer gemachten Rohr in demselben Maße weniger hoch steigen wie das Wasser.

Hierauf gründet sich eines der interessantesten und wichtigsten naturwissenschaftlichen Instrumente, das Gelehrte und Ungelehrte zu schätzen wissen; wir meinen das Barometer.

Quecksilber ist bekanntlich ein flüssiges Metall, und dieses Metall ist vierzehn mal schwerer als Wasser. Es ist klar, daß der Luftdruck nur im Stande ist, eine vierzehnmal kleinere Masse von Quecksilber in die Höhe zu treiben als Wasser; und da Wasser zwei und dreißig Fuß hoch steigt, so folgt daraus, daß das Quecksilber in einem luftleeren Rohr nur etwa acht und zwanzig Zoll hoch steigen wird.

In der That kann man den Versuch leicht ausführen, um sich von der Wahrheit des Luftdruckes zu überzeugen. Steckt man ein langes Glasrohr mit dem unteren Ende in ein Gefäß mit Quecksilber und saugt man am anderen Ende, so steigt das Quecksilber in die Höhe; aber was man auch anwenden mag, es wird niemals höher als acht und zwanzig Zoll steigen. — Nimmt man ein Glasrohr von einigen dreißig Zoll Länge, das nur von einer Seite offen ist, füllt dies mit Quecksilber, hält die Oeffnung mit dem Finger zu, kehrt das Rohr um und stellt es mit dem offenen Ende in eine Schale mit Quecksilber, so kann man den Finger, der die Oeffnung verschließt, wegnehmen und man wird beobachten, daß freilich das Rohr nicht voll bleibt, sondern ein Theil des Quecksilbers ausfließt; aber nur gerade so viel, daß immer noch im Rohr eine Queck-

silber=Säule von acht und zwanzig Zoll bleibt. Da das Rohr aber einige dreißig Zoll lang ist, so wird über dem Quecksilber im Rohr ein leerer Raum bleiben und man wird den Stand des Quecksilbers im Rohr mit Leichtigkeit beobachten können.

Denken wir uns nun ein solches Rohr und hinter demselben ein Brettchen, woran man mit einem Strich den Ort bezeichnet, wo das Quecksilber steht, so wird dies die Stelle sein, bis wohin der Luftdruck die Quecksilber=Säule treibt.

Nun ist aber die Luft nicht immer gleich schwer und je nach der Witterung und der Tageszeit nimmt der Druck der Luft zu oder ab, desgleichen ist, wie sich denken läßt, in den Thälern der Luftdruck stärker als auf hohen Bergen; Regen und Stürme verändern gleichfalls den Druck der Luft. Da es jedoch der Druck der Luft ist, der dem Quecksilber im Rohr seinen Stand anweist, so ist es klar, daß wenn die Luft schwerer ist, auch das Quecksilber höher hinaufgedrückt wird; wird die Luft leichter, so sinkt die Quecksilber=Säule im Rohr. Man hat also eigentlich an solchem Rohr einen guten Maßstab, um zu sehen, ob und welche Veränderungen in der Luft vorgehen, und das eben ist ein Barometer, oder ein Instrument, um den jedesmaligen Druck der Luft zu messen. Eine Messung, die für den Gesundheitszustand vieler Menschen, für die Kenntniß der Witterungs=Verhältnisse und für die Messung von Höhen und die anderweiten naturwissenschaftlichen Zwecke von der größten Wichtigkeit ist.

Man kann sich aber in noch viel leichterer Weise von der Wirkung des Luftdruckes überzeugen.

Man fülle ein Glas mit Wasser und decke es mit einem Blättchen starken Papiers zu, das nicht leicht Feuchtigkeit in sich aufsaugt. Legt man dann die Hand auf das

Papier, so kann man das Glas umkehren und mit der Oeffnung nach unten auf der Hand stehen lassen. Ja, wenn man es vorsichtig aufhebt, bleibt das Papier an dem Glase haften und das Wasser fließt nicht aus.

Würde man dies mit einem leeren Glase machen, so würde das Papier sofort beim Umkehren des Glases abfallen; obwol nun beim gefüllten Glase sowol die Schwere des Papiers, wie die des Wassers dies zur Erde hinabzieht, geschieht es dennoch nicht, weil im Glase Luft fehlt und der Luftdruck von außen das Papier an das Glas derart preßt, daß es das Fallen desselben und das Ausfließen des Wassers verhindert.

Ueberhaupt fließt keine Flüssigkeit aus einem Gefäß aus, sobald man nicht Raum läßt, daß statt der Flüssigkeit Luft in das Gefäß eindringt.

Will man aus einem gefüllten Faß Flüssigkeit aus dem Krahn ablassen, so muß man oben den Spund des Fasses öffnen, damit Luft eintreten kann. — Kehrt man eine gefüllte Flasche um und läßt das Wasser auslaufen, so kluckert es, das heißt: es strömt abwechselnd Luft in die Flasche ein und Flüssigkeit aus. — Trinkt man aus einer vollen Flasche und drückt sie dabei an den Mund, so hört der Inhalt auf zu fließen; man muß absetzen, um Luft einzulassen. —

Mit Einem Worte: ein Gefäß giebt keine Flüssigkeit von sich, sobald man es verhindert, daß Luft in dasselbe einströmt.

VII. Wir kehren zur Lampe zurück.

Nachdem wir nun so weit gekommen sind nachzuweisen, daß durch die Wirkung des Luftdrucks keine Flüssigkeit aus

einem Gefäß ausfließt, sobald nicht statt derselben Luft eindringen kann, sind wir im Stande, zur Lampe zurückzukehren und die Vorrichtung derselben zu betrachten, welche es verhindert, daß das Oel in dem Brennrohr zu hoch oder zu niedrig stehe.

Wie wir wissen, stülpt man den Oelkasten, mit Oel gefüllt, umgekehrt in den äußeren Behälter hinein. Da der Draht unten auf dem Boden des äußeren Behälters aufstößt, öffnet er dem Oel einen Abfluß und es fließt dasselbe heraus und in den äußeren Behälter. Dieses Ausfließen geschieht nicht ruhig und gleichmäßig, sondern es erfolgt unter Pausen, wo bald Luft in den Oelkasten hinaufdringt und bald Oel abfließt. Deshalb hört man auch ein Kluckern des Oels, ganz ähnlich, wie wenn man eine volle Bierflasche umkehrt und auslaufen läßt.

Allein trotzdem die Oeffnung des Oelkastens nunmehr unverdeckt ist, hört doch bald das Ausfließen des Oels auf; und zwar geschieht dies dann, wenn das Oel im äußeren Behälter bis an die Oeffnung des Oelkastens gestiegen ist. Sowie dies der Fall ist, kann keine Luft in den Oelkasten steigen und das Oel bleibt deshalb, trotzdem daß das Gefäß umgekehrt und die Oeffnung unten offen ist, im Oelkasten stehen.

Man kann sich durch folgenden, sehr überzeugenden Versuch über die Richtigkeit dieses Zustandes belehren.

Man nehme eine größere Medizinflasche, fülle sie mit Wasser, lege ein Stückchen Schreibpapier auf die Oeffnung und kehre, während man das Blättchen festhält, die Flasche um. Das Blättchen wird die Oeffnung verschließen und kein Wasser ausfließen lassen, selbst wenn man es losläßt. Nun halte man die Flasche umgekehrt in eine Untertasse und zwar nahe an den Boden derselben und ziehe das Papierblättchen fort; sogleich werden Luftblasen in die Flasche

aufsteigen und Wasser wird ausfließen. Sobald jedoch das Wasser in der Untertasse so weit gekommen ist, daß die Oeffnung der Flasche unter Wasser steht, vermag keine Luft einzuströmen und das Wasser wird in der Flasche bleiben.

Die Flasche kann tagelang so gehalten werden und es wird nicht ein Tropfen Wasser mehr in die Untertasse fließen. Sobald man jedoch das Wasser in der Untertasse mit einem Theelöffelchen ausschöpft und dadurch dasselbe so vermindert, daß die Oeffnung der Flasche wieder außer Wasser kommt, in demselben Augenblick wird die Luft in die Flasche dringen und wieder so viel Wasser in die Untertasse fließen lassen, bis wieder die Oeffnung der Flasche durch das Wasser verschlossen ist.

Wer diesen leichten Versuch macht, wird einsehen können, wie es ganz natürlich ist, daß gerade immer so viel Wasser aus der Flasche ausfließt, wie man mit dem Theelöffelchen aus der Untertasse entfernt hat, und er wird sofort von selbst einsehen, welche Rolle der umgekehrte Oelkasten und dessen äußerer Behälter bei unserer Lampe spielt. —

Der Oelkasten verhält sich mit dem Oel ganz so, wie die Medizinflasche mit Wasser. Der äußere Behälter versieht die Rolle der Untertasse. Zwar wird bei der Lampe kein Oel mit einem Theelöffel ausgeschöpft; aber dafür ist der Docht da, der das Oel zur Flamme führt. Durch das Brennen der Flamme wird immerfort ein wenig Oel aus dem äußeren Behälter entfernt und dies macht, daß nach einer Weile das Oel im äußeren Behälter sinkt und dadurch die Oeffnung des Oelkastens nicht mehr vom Eintritt der Luft abgeschlossen ist. Sowie dies geschieht, steigt eine Luftblase in den Oelkasten hinauf und es fließt ein wenig Oel wieder aus. Das Oel im äußeren

Behälter steigt dadurch und verschließt wieder die Oeffnung des Oelkastens und setzt dem weiteren Ausfließen des Oels eine Grenze.

Nunmehr wird auch Jedermann einsehen, daß das kleine Loch im äußeren Behälter nicht überflüssig ist. Wäre dies nicht da, so würde die Luft nicht in den äußeren Behälter eintreten können, da die obere weite Oeffnung durch den Rand des Oelkastens oft ganz fest verschlossen ist, zumal wenn sich ein wenig Oel auf dem Rande festsetzt. Das Loch also spielt eine wichtige Rolle, es ist der Kanal, durch welchen der so bedeutend wirksame Luftdruck seinen wesentlichen Einfluß ausübt.

Das Sinnreiche der ganzen Vorrichtung wird erst recht klar, wenn man bedenkt, was man eigentlich hier vor sich hat.

Die Aufgabe ist, daß man eine Lampe mache, wo das Oel immer gleich hoch steht, es mag davon viel oder wenig durch die Flamme verzehrt sein. Wollte man dies durch Zugießen erreichen, so müßte man alle Minuten so viel Oel zuschütten, als abgebrannt ist. Durch diese Vorrichtung aber macht sich das Alles von selbst. Die Flamme verzehrt Oel und öffnet dadurch der Luft den Eintritt in den Oelkasten. Hierdurch fällt Oel heraus und verschließt wieder die Oeffnung des Oelkastens und es findet eine so schöne regelmäßige Regulirung des Oelstandes statt, wie man sie durch das sorgfältigste Nachgießen nicht erreicht haben würde.

VIII. Das Brennrohr.

Nachdem wir die interessante Einrichtung kennen gelernt haben, durch welche sich die Lampe selbst den Oel-

stand regulirt, wollen wir uns zu dem Brennrohr wenden, um dessen mechanische Beschaffenheit gleichfalls kennen zu lernen.

Zu diesem Zwecke wollen wir die Glasglocke und den Cylinder abnehmen, am Cylinder-Halter so lange drehen, bis der Docht ganz aus der Lampe steht und diesen sammt dem Ring, worauf er befestigt ist, herausheben. Sodann wollen wir den Cylinder-Halter gleichfalls abnehmen und endlich auch das hohle Rohr, das in dem Brennrohr steht, aus demselben herausheben.

Nachdem wir das gethan haben, sind wir im Stande, in das Brennrohr besser hineinzublicken, und da sehen wir denn, daß das Oel zwischen den Wänden zweier Röhren steht, von denen das äußere mit dem Oelbehälter in Verbindung steht, während das innere Rohr eigentlich nur ein oben und unten offener Cylinder ist, der durch den Mittelraum des äußeren Rohres gesteckt ist. Besehen wir uns nun die Wände, zwischen welchen sich das Oel befindet, genauer, so finden wir, daß die eine Wand, die weitere, glatt ist, während in der engeren Wand ein Schraubengang ausgeschnitten ist, der wie das Gewinde eines Pfropfenziehers aufwärts läuft. Um den Zweck dieses Gewindes kennen zu lernen, muß man den Dochtring genauer besehen und da wird man entdecken, daß dieser keineswegs glatt ist, sondern daß sich zwei kleine Zapfen an ihm befinden, der eine ist auf der Außenseite, der andere auf der Innenseite angebracht. — Die Bedeutung des äußeren Zapfens werden wir sofort kennen lernen; als die Bestimmung des inneren Zapfens ergiebt sich leicht, daß er eigentlich in dem Schraubengang zu laufen bestimmt ist, der im inneren Rohre ausgeschnitten.

Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man nur versuchsweise den Dochtring sammt dem Docht auf das innere

Rohr aufzusetzen; so wird man finden, daß der Dochtring, obgleich er weiter ist, als das innere Rohr, doch nicht glatt hinunterrutscht, daß sich vielmehr nach einigem Hin- und Herdrehen der innere Zapfen des Dochtrings in den Schraubengang des Rohrs legt und daß sich nun bei einer kleinen Nachhilfe der Dochtring drehend hinunter begiebt, ähnlich wie eine Schraube abwärts steigt, wenn sie richtig gedreht wird. Ist er ein wenig hinuntergegangen, so kann man denselben nicht wieder glatt herausziehen, sondern man muß rückwärts drehen, wie wenn man eine Schraube ausziehen will, und man wird bemerken, daß auch richtig der Docht wieder aufsteigt und zwar deshalb, weil sich der innere Zapfen am Dochtring nur im ausgeschnittenen Schraubenring aufwärts bewegen kann.

Man kann jetzt bei einiger Wiederholung recht deutlich sehen, wie man den Docht beliebig aufwärts und abwärts zu schrauben vermag, oder richtiger, wie man den Zapfen des Ringes aufwärts und abwärts in dem Schraubenlauf schiebt, wenn man nur den Docht, oder richtiger dessen Ring, in gehöriger Richtung dreht.

Wie aber soll man das bewerkstelligen, wenn der Ring im Oel steht und die Lampe im Brennen ist?

Zu diesem Behuf dient das hohle Rohr, das im Brennrohr gestanden hat, und das von oben bis unten einen Schnitt hat. In diesen Schnitt nämlich paßt der äußere Zapfen des Dochtringes hinein. Dreht man nun das hohle Rohr rechts oder links, so nimmt dies den Zapfen mit und der Dochtring muß sich gleichfalls nach der beliebigen Richtung drehen. Der Dochtring ist also mit seinen zwei Zapfen eingezwängt; mit dem inneren muß er im Schraubengang laufen, mit dem äußeren in dem geraden Ausschnitt des hohlen Rohrs; und wenn man nun

dieses Rohr bequem drehen kann, ist die Auf- und Abwärtsbewegung des Dochtes leicht zu bewerkstelligen.

Wer mit einer Schiebelampe umgeht, der muß wohl Acht geben, daß die beiden Zapfen des Dochtringes beim Anmachen eines neuen Dochtes an ihre Stelle kommen, das heißt, daß der innere Zapfen in den Schraubenlauf des inneren Rohres und der äußere Zapfen in den Ausschnitt des hohlen Rohres eingesetzt wird. Thut man das, so kann man sicher sein, Jahre lang an solcher Lampe keiner Reparatur zu bedürfen, wenn sie nur sonst fest gebaut ist. Durch Drücken, Pressen und gewaltsames Drehen kommen zwar die Zapfen meist an ihre richtige Stelle, aber sie werden lose, schleifen sich ab und verursachen dann Unannehmlichkeiten und Kosten.

Hat man nun das hohle Rohr an Ort und Stelle gebracht, so bemerkt man, daß es oben, wo die Flamme ist, mit zwei gegenüberstehenden Zapfen auf dem Brennrohr aufliegt; in diese zwei Zapfen passen zwei Ausschnitte des Cylinder-Halters, und setzt man diesen auf und dreht ihn, so dreht er das hohle Rohr, das hohle Rohr dreht den Dochtring, der Dochtring muß dadurch im Schraubengang laufen und so den Docht nach Belieben steigen und sinken lassen.

Wenn man von dem Reguliren des Oelstandes sagen muß, daß man hier eine sinnreiche Einrichtung vor sich hat, so muß man von der Einrichtung des Brennrohrs und seiner Theile sagen, daß man an ihm ein kleines mechanisches Kunstwerk besitzt, das viel Nachdenken gekostet hat, bevor man es so herzustellen im Stande gewesen ist.

IX. Der Lichtstrom und die Verbrennung.

Nachdem wir die mechanische Einrichtung des Brennrohrs kennen gelernt haben, wollen wir uns zu der Einrichtung des Luftzuges wenden, um zu zeigen, wie auch hier Alles auf naturwissenschaftlichen Prinzipien beruht und ein Werk derart nur möglich wurde, nachdem die Wissenschaft die Gesetze des Verbrennens näher erforscht hat.

Daß Feuer nur unterhalten werden kann beim freien Zutritt der Luft, weiß jetzt schon jede Köchin; welche Rolle aber die Luft hierbei spielt, haben zwar Viele schon einmal gehört, aber doch noch viel zu Wenige begriffen.

Man kann jetzt unumstößlich den Beweis führen, daß es der eine Bestandtheil der Luft, der Sauerstoff ist, der eigentlich die Verbrennung möglich macht, denn jeder Gegenstand, der verbrennt, thut dies eben nur, indem er sich mit dem Sauerstoff der Luft chemisch verbindet. Alle Arten von Verbrennung sind nichts als chemische Vorgänge, und ein Hauptbestandtheil zu diesem chemischen Vorgange ist der Sauerstoff der Luft.

Nun aber ist unsere Luft ein Gemisch, in welchem nur der fünfte Theil aus Sauerstoff besteht. Dieses Fünftel unterhält zwar die Verbrennung unserer gewöhnlichen Brennmaterialien; aber diese Verbrennung ist durchaus eine sehr unvollkommene. Bei allen unsern gewöhnlichen Feuern auf dem Heerde wie im Ofen geht ein kostbarer Theil des Brennmaterials als Rauch verloren, denn der Rauch besteht aus feiner Kohle, welche ein vorzügliches und sehr heißes Feuer liefert, wenn man es nur versteht, dessen Verbrennung zu befördern. Die Köchinnen wissen zwar, daß das Feuer, wenn es nicht recht brennen will, dicken Rauch verbreitet, und sie haben es durch Erfahrung gelernt, daß ein Anblasen des Feuers mit dem Munde

oder dem Blasebalg den Rauch vertilgt und die helle Flamme aufschlagen läßt. Trotzdem ist im allgemeinen die Feuerung bei uns noch sehr im Argen und so lange man noch aus den Schornsteinen der Privathäuser und Fabriken den Rauch aufsteigen sieht, so lange herrscht noch eine furchtbare Verschwendung im Haushalt und eine schädliche Belästigung der Gesundheit.

Es bedarf nur einer richtigen Behandlung der Feuerung, und zwar einer tüchtigen Zuführung eines Luftstromes in's Feuer, um den Rauch ganz zu vertilgen und eine große Ersparniß wie eine Wohlthat für die Menschen zu erzeugen. Bisher hat man in Berlin nur wenige Fabriken, die eine vollständige Verbrennung des Rauches erzielen und deren Schornsteine der Nachbarschaft keine Beschwerde verursachen. In London ist man in dieser Beziehung weiter vorgeschritten und darf die Hoffnung hegen, bald über den Häusern dieser Stadt nichts mehr von jenem Beweis der Unkenntniß und der Verschwendung zu entdecken.

Auch Oel verbrennt in gewöhnlichen Fällen unter Verbreitung von Rauch oder Lampenruß. Zieht man den Docht einer gewöhnlichen Küchenlampe nur ein wenig in die Höhe, so qualmt oder blakt sie, und dies rührt nur daher, daß der Sauerstoff der umgebenden Luft nicht ausreicht, sich mit allen Theilen des Brennmaterials zu verbinden, weshalb ein werthvoller Theil des Brennmaterials als Ruß unverbrannt fortgeht.

Dem Uebel könnte man freilich dadurch abhelfen, daß man stets Luft zubläst; aber diese Abhilfe ist unpraktisch und kann nur mit Erfolg geschaffen werden, wenn man die Einrichtung trifft, daß die Flamme selbst dies Geschäft übernimmt, und dies ist in der Schiebelampe wie in der Astrallampe in sehr vorzüglichem Maße der Fall.

Um dies einzusehen, muß man eine ganze Reihe naturwissenschaftlicher Gesetze kennen lernen, von denen die hauptsächlichsten folgende sind:

Erstens: die Wärme dehnt alle Dinge aus, und am meisten ist dies bei Luft der Fall. Warme Luft ist weit ausgedehnter als kalte.

Zweitens: die ausgedehnte Luft ist leichter, als die nicht ausgedehnte. Drittens ist Luft ein schlechter Leiter der Wärme, das heißt, sie giebt die Wärme, die sie aufgenommen hat, nicht so schnell ab; endlich viertens ist es eine Folge des Luftdrucks, daß leichte Luft immer nach oben steigt, sobald sie sich im Bereich schwererer Luft befindet.

Was wir hier in wenigen Worten als Naturgesetze angegeben haben, läßt sich vollständig beweisen. Freilich kann der gründliche Beweis für all' das nur in ausführlichen Erörterungen gegeben werden; allein es haben so unendlich viele Beispiele im Leben diese Naturgesetze schon zu so bekannten Dingen in der Welt gemacht, daß die Leser uns sicherlich die Beweise hierfür erlassen und sich mit den Resultaten begnügen werden, welche diese Naturgesetze bei der Regulirung des Luftzuges an der Lampe im nächsten Abschnitt zeigen werden.

X. Die Regelung des Luftzuges.

Um eine vollständige Verbrennung des Oels in der Lampe hervorzubringen, ist an derselben sowol der Zylinder, wie der Zylinder-Halter, und ebenso das enge Luftrohr, das mitten im Brennrohr befestigt, wie endlich das Abguß-Gefäß, das an dasselbe angeschraubt ist, in vollkommen sinnreicher Weise eingerichtet.

Durch das Zusammenwirken all dieser einzelnen Theile ist die Zuführung frischer Luft zur Flamme dieser selbst und der Luft übertragen worden.

Das Hauptsächlichste in dieser Vorrichtung läßt sich leicht übersehen. Die Flamme ist eingeschlossen in einen Zylinder, der unten und oben offen ist und in welchem sich also stets Luft befindet. Durch die Hitze der Flamme wird die im Zylinder befindliche Luft heiß, und da sie dadurch ausgedehnt und also leichter wird als kalte Luft, steigt sie zur Höhe und strömt oben aus dem Zylinder hinaus. Durch die Wirkung des Luftdrucks aber tritt von unten frische, kalte Luft in den Zylinder hinein, deren frischer Sauerstoff wieder zur Verbrennung dient. Diese Luft jedoch wird sofort wieder durch die Hitze verdünnt und muß daher wieder oben ausströmen, wodurch sie wiederum einem neuen Luftstrom Platz macht, so daß so lange die Flamme brennt, ein fortdauerndes Einströmen frischer Luft von unten und ein Ausströmen verbrauchter Luft von oben hervorgerufen und somit die Verbrennung im hohen Grade befördert und eine stets reine, helle Flamme unterhalten wird.

Man braucht nur den Zylinder während des Brennens der Lampe abzunehmen, um zu sehen, was eigentlich der Vortheil dieser Einrichtung ist und wie der Zylinder im vollen Sinne des Wortes ein Sparmittel des Brennmaterials ist. Ohne Zylinder brennt die Flamme flackrig und rußig, sie blakt, das heißt, sie setzt eine Masse unverbrannten Kohlenstoffs ab. Es findet also eine unvollständige Verbrennung statt, bei der ein wesentlicher Theil des Brennmaterials verloren geht. Zudem ist die Flamme röthlich und leuchtet sehr wenig. — Es tritt hierbei zwar Sauerstoff an die Flamme, aber nicht genug, um die chwer verbrennliche Kohle zur Weißglühhitze zu bringen.

Setzt man jedoch den Zylinder auf, so hört sofort das Flackern und Blaken auf, die Kohle, der Ruß verbrennt in dem reichlich zuströmenden Sauerstoff und bringt eine weiße, helle Flamme hervor, die für den gewöhnlichen Bedarf nichts zu wünschen übrig läßt.

Dieser hauptsächliche Vorzug der Einrichtung ist aber von so vielen vorzüglichen Einzelnheiten unterstützt, daß wir sie nicht übersehen dürfen.

Vor Allem findet ein doppelter Luftstrom statt. Der Zylinder-Halter ist nämlich dort, wo der Rand des Zylinders steht, ebenfalls offen, so daß von hier ein Luftstrom der äußeren Seite der kreisrunden Flamme zugeführt wird. Zu diesem einen Strom kommt aber noch ein zweiter, ein Hauptstrom, der durch die Löcher des angeschraubten Abguß-Gefäßes strömt, von hier in das enge Luftrohr zieht, dessen Ende mitten in die Flamme führt, so daß die Luft mitten durch den Lichtkreis geht. Die Flamme, in solcher Weise von innen und außen mit Luft gespeist, brennt daher in einem schönen, hellen Lichte.

Von der Wirkung beider Luftströme kann man sich leicht durch einen Versuch überzeugen. Deckt man die unteren Oeffnungen des Zylinder-Halters zu, so beginnt die Flamme zu flackern, und zwar erweitert sich hierbei die Spitze der Flamme und setzt Ruß an den Zylinder ab; hält man die Löcher des angeschraubten Abguß-Gefäßes zu, so spitzt sich die Flamme und der Ruß steigt in gerader Linie auf.

Wie sich denken läßt, hat die Höhe und die Weite des Zylinders wesentlichen Einfluß auf das Leuchten der Lampe. Ist der Zylinder zu hoch, so strömt die Luft nicht schnell genug aus und läßt nicht schnell genug frische Luft ein, wodurch die Flamme leidet; ist er zu kurz, so strömt die Luft so schnell aus, daß die Wirkung derselben gestört

ist. Das Maß, das jetzt der Zylinder der Schiebelampe hat, ist so ziemlich das richtige und darf ohne Nachtheil nicht überschritten werden.

Daß auch die Weite des Zylinders von Einfluß ist, läßt sich leicht denken. Die Luft muß durch die Flamme streichen; die nebenherziehende Luft stört durch Abkühlung mehr als sie fördert; und deshalb muß der Zylinder auch dort, wo die Spitze der Flamme, wo sie am heißesten ist, plötzlich enger werden, damit die breit einströmende Luft recht gedrängt und kräftig an die Flamme gelangt und ihr Werk daselbst verrichtet. — In dieser Beziehung sind nicht alle Zylinder, die jetzt käuflich sind, gleich, sondern man muß wohl Acht geben, daß gerade die Verengung des Zylinders nicht zu hoch über der Flamme stattfindet, was öfter das Platzen der Zylinder veranlaßt, ohne daß der Zweck der Verengung erreicht wird.

Endlich müssen wir noch die Form des Abguß-Gefäßes, die Art, wie die Löcher daran angebracht sind, als sehr zweckentsprechend bezeichnen. Das Gefäß ist so eingerichtet, daß wenn es vom überfließenden Oel voll ist, die Lampe selbst das Zeichen giebt, daß man dem Uebel abhelfen soll. Die Form des Gefäßes und dessen Löcher sind nämlich so, daß das Oel im Abguß die Löcher verstopft, ohne überzufließen. Hierdurch verstopft sich der Luftzug und die Lampe fängt an zu blaken und mahnt von selbst, daß man das Oel vom Abguß entfernen müsse.

XI. Schlußbetrachtung.

Wol mancher unserer Leser mag im Zweifel darüber gewesen sein, ob denn wirklich die Schiebelampe ein geeignetes Thema sei für eine Betrachtung aus dem Reich

der Naturwissenschaft; wir glauben indessen gezeigt zu haben, daß einerseits die Einrichtung derselben nur erdacht werden konnte von Männern, welche von den Prinzipien der Naturwissenschaft ausgingen und andererseits Niemand eine richtige Einsicht in das Wesen der bereits so gewöhnlich gewordenen Lampe haben kann, dem diese Prinzipien fremd sind.

Wir wünschen aber zum Schluß an dieses Thema noch eine Betrachtung anzuknüpfen, die gerade in vieler Beziehung die wesentlichste und wichtigste ist. Diese Betrachtung ist in den Worten ausgedrückt: „Im Bereich der menschlichen Gesellschaft erhebt sich die Natur zur Kultur.“

Der Mensch ist schon erhaben über das Thier, indem er sich Genüsse zu erzeugen im Stande ist, die dem Thiere versagt sind, sobald sie die Natur ihm nicht bietet. Selbst der Wilde, der in den Abendstunden, wo das Licht der Natur geschwunden ist, sich ein Feuer anzündet und in dieser künstlichen Beleuchtung einen Ersatz für das Licht des Tages sucht und findet, zeigt sich durch diese Thatsache allein schon als ein Wesen höherer Art, welches nicht abhängig sein mag von der Ordnung der Natur, der sich kein Thier zu widersetzen vermag. Das Thier ist ein vollkommener Sklave der Natur; der Mensch, selbst die wildeste und roheste Menschengattung, sucht durch künstliche Vorrichtungen sich von den Regeln der Natur unabhängig zu machen.

Zwar ist der Mensch genöthigt, bei all seinen Künsten zur Bekämpfung der Natur wieder zu der Natur seine Zuflucht zu nehmen; aber er thut es im dunklen Bewußtsein, ein Herr der Natur zu sein. Er bekämpft die Finsterniß, weil er sich nicht dem Gesetze der Natur unterwerfen und nicht das Nachtlager suchen will, sobald die

Sonne nicht mehr leuchtet. Und sieht er sich auch hierbei genöthigt, das Leuchtmaterial von der Natur zu entlehnen, so thut er es doch in der richtigen Erkenntniß, daß er nicht nur der Finsterniß Trotz bieten, sondern auch die Natur zwingen darf, ihm hierbei Dienste zu leisten. — Nächtliche Finsterniß ist Natur, künstliche Beleuchtung, selbst die roheste und schlechteste, ist Kultur und wir sehen: der Mensch erhebt die Kultur zur Herrschaft über die Natur.

Welch ein hoher Schritt aber ist in diesem Kulturbestreben von der rohen Beleuchtung durch Holzbrände bis zur Beleuchtung durch Lichter und Lampen, und welch ein Fortschritt liegt von der rohen Beleuchtung der gewöhnlichen Küchenlampe bis zur schönen, künstlichen Erleuchtung der Umgebung durch eine Schiebelampe!

In diesem Sinne ist die Schiebelampe ein gutes Zeugniß der Kultur und gerade weil sie schon ein sehr gewöhnliches Werkzeug der Beleuchtung und so weit verbreitet ist, daß man sie selbst in der ärmlichen Wohnung findet, gerade deshalb darf man an sie die ernstliche Betrachtung knüpfen, wie sehr der Mensch schon vorgeschritten ist, durch Kultur die Natur zu bekämpfen und sich dienstbar zu machen!

Zwar sind künstlichere Lampen erfunden worden, und die Uhr-Lampe, in welcher ein Uhrwerk das Oel vom Fußgestell bis zum Docht erhebt, verdient als Kunst- und Kulturwerk noch mehr Lob als die Lampe, die wir betrachtet haben; allein wo die Kunst nicht mehr ein natürliches Bedürfniß auf einfachem Wege befriedigt, da ist sie schon Luxus, und der Luxus gehört zwar auch in die Kultur der menschlichen Gesellschaft hinein, aber er liegt doch auf einem neuen und ferneren Felde.

Indessen wollen wir nicht vergessen, daß alle Arten

von künstlicher Lampen-Beleuchtung jetzt nur eine Uebergangsstufe sind nach einem höheren Ziele der Kultur und daß ohne Zweifel die Zeit nicht mehr allzufern ist, wo mindestens in größeren Städten eine allgemeine Beleuchtung durch Gas die noch viel zu theure Oel-Beleuchtung ganz und gar verdrängen wird. Schon ist uns London hierin als Muster vorangegangen. Das Gaslicht hat dort schon seinen Weg in die Privatwohnungen gefunden. Am Putztisch, am Gesellschaftstisch, am Arbeitstisch, im Schlafzimmer und in der Küche ersetzt dort schon in Tausenden von Häusern das Gas die Oellampe und bewährt sich durch größere Billigkeit, Helligkeit, Schönheit und Reinlichkeit in sehr hohem Grade. Gas-Anlagen in Privathäusern gehören dort zu den gewöhnlichen Dingen, und bald wird es dahin kommen, daß Häuser, in denen dies fehlt, Noth haben werden, Miether zu erhalten. — Aber auch dem gewöhnlichen Gaslicht ist sicherlich seine Zeit gesetzt, denn sobald es gelingt, das Wasser in seine chemischen Urstoffe auf billigem Wege zu zersetzen, wird dieses, das man sonst als einen Stoff betrachtete, der dem Feuer feindselig ist, dazu dienen, in noch billigerer Weise Licht und Wärme zu verbreiten und dem Menschen die Macht zu verleihen, in noch höherem Grade als jetzt der Finsterniß und der Kälte, das heißt der Natur, zu trotzen.

Die Kenntniß der Natur ist deshalb eine hohe Aufgabe des Menschengeschlechts; die Kenntniß der Natur erhebt den Menschen zum Herrn der Natur und bringt ihn zum höheren Standpunkt der Kultur, der eben die naturgemäße Stellung des denkenden Menschen entspricht.

Druck für Duncker & Weidling in Berlin.
F. Weidling.

Inhaltsverzeichniß.

Von der Entwickelung des thierischen Lebens.

Nutzen und Bedeutung des Fettes im menschlichen Körper.

Nur eine Schiebe-Lampe.

Naturwissenschaftliche Volksbücher.

Band XIII.

Aus dem Reiche der Naturwissenschaft

von

A. Bernstein.

Band VII.

Aus dem Reiche

der

Naturwissenschaft.

Für

Jedermann aus dem Volke

von

A. Bernstein.

Siebenter Band.

Wandelungen und Wanderungen der Natur. — Von der Geschwindigkeit des Lichtes. — Ueber Bäder und deren Wirkung.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
(W. Besser's Verlagshandlung.)
1855.

Wandelungen und Wanderungen der Natur.

I. Wie ein Sandkörnchen wandert und wandelt.

Die Natur ist die größte Verwandlungsfabrik, die je ein Geist ersinnen kann, und zugleich ist alles in ihr auf ewiger Wanderung begriffen, so daß ein ruheloses Verändern der Gestalt und des Ortes das eigenthümlichste Zeichen der Natur ist.

Von den riesigsten Gebirgen, die man sonst die Vesten der Erde nannte, bis zum verschwebenden Hauch unseres Athems, — von den massenhaften Gesteinen, die aus dem Innern der Erde emporgehoben worden sind, bis auf den leichtesten Nebel, der am Himmelszelt schwebt, ist alles wandelbar, verwandelnd und wechselnd in der Gestalt, und eben so ist es wandernd und den Ort verändernd, und kehrt vielleicht nach vielen, vielen Jahr-Millionen nicht wieder zurück zu dem Orte, den es einst eingenommen.

Wenn die Erde um die Sonne wandert und alljährlich ihren Lauf vollendet zu haben scheint, so ist es nicht derselbe Ort, den sie wiederum im Raume einnimmt; denn die Sonne selber wandert durch den Weltraum und mit

ihr ziehen alle Planeten nebst Monden und Kometen dahin. Während dieser Wanderung aber ist sicherlich auch die Verwandelung der Himmelskörper nicht ausgeblieben, obwol unser kurzsichtiges Auge die Veränderung nicht merkt, und unsere kurzsinnigen Gedanken nicht auszusinnen vermögen, wohin uns die ewige Wanderung und wo hinan die ewige Verwandlung führt.

Aber selbst, was sich unseren Sinnen weniger verschließt, unseren Beobachtungen weniger entzieht, selbst an Dingen, deren Wanderungen und Wandelungen wir mindestens streckenweise verfolgen können, selbst an diesen Dingen ermüdet unser Geist und erschlafft unsere Phantasie, ihrem ewigen Wandern und Wandeln weiter als eine kurze Spanne durch Zeit und Raum zu folgen, und wir müssen zufrieden sein, wenn wir in größeren Zügen und weiteren Umrissen diese Zeugnisse des Naturlebens begreifen und in leisen Ahnungen auffassen lernen, was in Klarheit und Sicherheit sich vorzustellen uns nicht vergönnt ist.

Ein Sandkörnchen vom höchsten Gebirge der Erde, abgelockert durch die chemische Auflösungskraft der feuchten Luft, losgelöst durch die Bewegung des Windes und davon getragen vom Luftstrom, der um diesen kreist, dies Sandkörnchen ist vor wer weiß wie vielen Jahrtausenden aus dem Schoß des Innern der Erde emporgehoben worden. Es hat eine Wanderung von innen nach außen, von der Tiefe der Erde zur höchsten festen Höhe derselben gemacht; aber es hat sich zugleich verwandelt durch die ganze lange Zeit. Aus dem geschmolzenen flüssigen Zustand ist es in den harten übergegangen. Bei der Erkaltung hat es seine Gestalt und sein Gefüge verändert, Licht und Thau, Wolken und Blitze, die Luft und ihre Strömungen haben ihren Einfluß nach langer, langer Zeit auf

dasselbe geltend gemacht. Jetzt wird es vom Regen fortgespült und von Ort zu Ort abwärts die Höhe hinabgerollt, bis es zu einer Grenze kommt, wo der Boden fähig ist, einen Grashalm zu tragen und es bleibt an dem Stamm eines solchen Halms von der langen, langen Reise ausruhend hangen.

Da kommt der Herbst, der den Halm verdorren läßt, und es naht der Schnee, der das Sandkörnchen bedeckt und drüber bettet ein langer Winter sein eisiges Kleid; man sollte meinen, es geschehe, um allem darunter Schlummernden Ruhe zu gönnen. Aber dem ist nicht so. Luftarten dringen hindurch und verbinden sich mit Feuchtigkeiten der Erde, und lösen den Kies des Sandkörnchens auf und machen es zur Speise eines neuen Grashalmes, der da wachsen soll. Und wenn der Frühling gekommen, wiegt sich ein Halm an der Stelle, der Kieselsäure in sich aufgenommen hat und an seinen zarten Rändern äußerst feine Kieselchen ablagert, welche den Gräsern die Schärfe geben, daß sie wie haarscharfe Messer zu schneiden vermögen.

Aber der Herbst naht, und der Grashalm vermodert und seine feinen Kieskörnchen fallen zur Erde und werden fortgespült von Regengüssen. Die Reste des verwandelten Sandkörnchens gehen in ihrer Verwandelung wiederum auf die Wanderung. Das Eine bleibt weiter unten in der Ebene als Speise für einen neuen Grashalm hangen; ein anderes versenkt sich im Lehmboden und dient vielleicht nach Jahren zum Stoff eines Ziegels in einem künstlichen Gemäuer; ein drittes wird bis zum Fluß getragen, der es in sein Bette aufnimmt und es je nach dem Lauf des Gewässers mitrollt mit vielen andern Resten vieler anderer verwandelten Dinge, die eine gemeinschaftliche Reise zum Meere machen. Viele andere Theilchen des Sandkornes

von ehedem sind auf anderen kaum auszurechnenden Wegen begriffen, wandernd und sich verwandelnd in viele tausend Dinge, die vielleicht nicht einmal ein Menschenauge erblickt. — — Und wenn Jahre und Jahre vergangen sind, nach Jahrhunderten, nach Jahrtausenden vielleicht ruht ein Atom wirklich auf dem Meeresgrund, wo es am tiefsten ist und wird vom Druck des Wassers gepreßt, bis es wieder mit Millionen anderer Theilchen zum Gestein wird, während andere hoch in der Luft noch getragen werden, um vielleicht dann erst den Meeresgrund zu erreichen, wenn sich aus demselben neue Gebirge erhoben und neue Thäler gesenkt haben.

Nach wie vielen Jahrmillionen kommen zwei Atome desselben Sandkörnchens wieder zusammen?

Wer weiß dies? Wer vermag es zu berechnen? Die Wanderungen und Wandelungen sind für unsere Begriffe unendlich.

II. Die Wirkung der wandernden Sandkörnchen.

Freilich sind es nur Sandkörnchen, die in ewiger Wanderung und Wandelung von den Höhen der Erde zur Tiefe des Meeresgrundes sich begeben, die unbeachtet Jahrtausende lang Gestalt und Ort verändern, die gemeinsamen Ursprungs sich zerstreuen und trennen vom Fels des Urgebirges, um sich vielleicht selbst nach Jahrmillionen nicht wieder zu vereinigen, und die dennoch gleichen Weges wandern und nach gleichem Ziele streben. Freilich sind es nur Sandkörnchen, die Niemand beachten, weder zählen kann, noch zählen möchte. Aber die Wissenschaft, der Drang des Menschengeistes, dem Geist der Natur nach-

zuspüren, hat Ahnungen erschlossen und Versuche angestellt, um für das Unzählbare und Unübersehbare annähernde Maaße zu finden und hat die Bedeutung dieser Sandkörnchen wohl erwogen und ihre Summe zu schätzen versucht.

Was in der Luft von diesen schwebt, ist nicht auszuspüren; was sich auf die Erde bereits abgelagert hat, ist nicht zu übersehen möglich, denn unser ganzer fruchtbarer Boden ist ein Erzeugniß der Verwitterung jener Urfelsen, die man die Felsen der Ewigkeit nennt. Was wir „Erde“ nennen, den Boden, den wir mit dem Namen Acker-Erde, Garten-Erde u. s. w. bezeichnen, ist nichts als zerkrümelte Felsblöcke, gemischt mit Pflanzenresten und aus den Tiefen der Erde durch Quellen herbeigeführte Salzarten. Was in den Pflanzen jetzt noch von Kieselsäure steckt und als feiner Kiesel alljährlich auf den Boden hingestreut wird, das vermag kein Auge zu überblicken und keine Zahl annähernd anzugeben. — Aber die Wissenschaft hat sich in den Hinterhalt gelegt und an der letzten Station, an den Flüssen, die die Körnchen zum Meer hinabrollen, Untersuchungen angestellt, die kleinen Passagiere zu zählen, die hier vom Lichte Abschied nehmen, um im dunklern Meeresgrund sich anzusammeln und des Jahrtausends zu harren, das sie wieder als ganzer Fels emporhebt in den lichtern Luftraum.

Alle Ströme sind mit diesen Passagieren besetzt. Der Rhein, die Elbe und ihre verwandten deutschen Ströme führen die auswandernde deutsche Erde davon; die Donau rollt fort und fort beladen mit ihnen dem schwarzen Meer zu und wird es noch kräftiger thun, wenn erst die durch Rußlands Politik gebildete Verschlammung der Mündungen ihr Ende erreicht hat. Die Weichsel bringt von den Karpathen herab die wandernden und sich verwandelnden

Körnchen und trägt sie mit gar vielen Genossen aus Rußland und Polen hinunter in die Ostsee. Die Summe, die sie zusammen in jeder Sekunde hinab befördern, beläuft sich freilich auf nur einige Kubikfuß. Aber Jahr aus Jahr ein sammelt sich's zu furchtbaren Mengen an und lagert da unten Millonen mal mehr Ballast ab, als die Schiffe droben auf allen Meeren zu tragen vermögen.

Aber der Nil in Egypten, der Missisippi in Amerika und der Ganges in Indien treiben dies Kommissionsgeschäft der Auswanderung vom Licht des Tages in die Tiefen des Abgrundes in großem Maßstab. Der Nil führt alljährlich 200 Millionen Kubikfuß Erde mit hinab, der Missisippi 4500 Millionen Kubikfuß, der Ganges gar an 6000 Millionen dieses Stoffes. Das ist schon eine ansehnliche Summe; würde sie über Berlin zusammengehäuft, so würde sie die Stadt sammt allem Leben in ihr in einem Jahre bedecken und einen Berg bilden, auf dessen Gipfel man Nachgrabungen halten müßte, um die Spitze des Marien- und Petri-Thurmes zu entdecken.

Und das währt nicht Ein Jahr, und nicht zehn Jahre und nicht hundert Jahre, sondern viele, viele Jahrtausende schon, deren Zahl man nicht kennt, und deren Wirkung man nur zu ahnen vermag.

Sollte dies nicht das Gleichgewicht der Erd-Oberfläche stören?

Gewiß geschieht dies; aber die Wanderung und Wandelung ist doch so langsam und unmerklich, daß wir Menschenkinder, die wir nur eine kurze Nachtherberge auf diesem Erdenrund wandeln, nichts davon ahnen würden, wenn nicht der Geist der Wissenschaft ein Licht der Menschheit wäre und Strahlen lichterer Offenbarungen durch unser Leben leuchten ließe.

In Amerika ist ein Strom, der Niagara, der im Aus-

fluß aus dem Erie-See sein Wasser herabstürzen läßt von einer Höhe von 165 Fuß. Wer an diesem furchtbar erhabenen Wasserfalle, dessen Breite an einer Stelle 1800 Fuß beträgt, verweilt, und das ewige Tosen als die donnernde betäubende Sprache der Natur in Schauern unaussprechlicher Art empfindet, der merkt nicht, daß diese furchtbar abstürzende Wassermasse von dem Felsen, wo sie hinabstürzt, Krümel abreißt und auf dem Felsengrund, in den sie hineinstürzt, Zertrümmerungen hervorbringt. Untersuchungen der Wissenschaft aber haben gezeigt, daß dem so ist. Der Wasserfall reißt sein eigenes Bette ein, und dadurch befindet er sich auf einem langsamen Rückgang begriffen, während er die Ebene unten immer mehr ausfüllt und so seine eigene Fallhöhe verringert.

Wie lange aber treibt er schon diese Zerstörung seines Bettes?

Die Untersuchung zeigt, daß er sich sieben Meilen bereits rückwärts bewegt hat. Sieben Meilen Felsenbette hat er bereits abgespült und abgerissen und in Sandkörnern in's Thal geschleudert; aber es ist nicht eine Arbeit kurzer Zeit, denn er vermag mit all' seinen Kräften nur etwa eine halbe Elle seines Bettes alljährlich zu zerstören. Und so hat er denn zu seinem Werke, das er unverkennbar schon vollbracht hat, die Zeit von fünfunddreißigtausend Jahren gebraucht, eine Zeit, die groß ist, gemessen nach Menschenleben, klein aber, gemessen nach dem Alter der Naturkräfte.

III. Wie ein Felsen wandert.

Nicht in seinen Zerbröckelungen, nicht in leichten Sandkörnchen allein wandern ganze Felsenmassen von den Höhen

zu den Tiefen, von dem lichten Luftmeer in's dunkle Meer der Gewässer, sondern in ganzen großen gewaltigen Massen schieben sich Felsen abwärts hinein in's flache Land und wandern auf unserer Erdhälfte meist vom hohen Norden hinein in den wärmern Süden.

Als Zeugnisse der ältesten Wanderungen dieser Art trifft man auf dem flachen Boden Deutschlands mannigfache Granitblöcke an, die in der Vorzeit von den Gebirgen Schwedens her die weite Reise bis zu unseren Fluren gemacht haben. Ihr Erscheinen an Stellen, wo kein Gebirge in weiter Runde existirt, von dem sie herstammen könnten, hat zu vielen irrthümlichen Erklärungen Veranlassung gegeben. Naturforscher älterer Zeit wähnten, daß sie von ungeheuren Vulkanen aus weiter Ferne in furchtbarem Ausbruch hinaufgeschleudert worden sind zur Höhe und niederstürzten in unsere Ebenen; der Volksglaube erfand zur Erklärung des Naturwunders das noch größere Wunder thörichter Sagen, in welchen der Teufel als Zeichen seines Ingrimms solche Steine aus fernen Gebirgen in's Land geschleudert habe. Die neuere Wissenschaft hat richtigere Aufschlüsse hierüber geliefert und nicht plötzliche oder fabelhafte Gewalten, sondern naturgemäße stätige Kräfte als die Transporteure dieser Massen aufgefunden.

Wo im Flachland, auf Ackerfeldern oder Meeresdünen sich seltene sonderbare Gäste vorfinden, da war dereinst Meer. Die Strömungen des Wassers, die wir noch näher betrachten werden, gingen von Norden her über diese Ebenen, die wir jetzt bewohnen, mit ihren Wogen hin; und auf diesen Wogen schwammen gewaltige Eismassen von den Gebirgen des Nordens hinein nach dem Meere, das die südlicher liegenden Ebenen bedeckte. Da aber diese Eisschollen sich losrissen von den Gebirgen, um diese Wanderungen auf den naturgemäßen Meeresströmungen

zu machen, nahmen sie kleinere und größere Felsmassen, die in ihnen eingefroren waren, mit und trugen sie so lange und so weit hinein in's flacher werdende Meer, bis die Schollen an der wärmeren Luft des Südens schmolzen und ihre Passagiere auf den Meeresboden niedersinken ließen.

Die Granitschaale, die gegenwärtig vor dem Museum in Berlin prangt, ist aus einem solchen Passagier eines Eisblockes gehauen worden, der einst vor unberechenbarer Zeit aus den schwedischen Gebirgen die merkwürdige Spazierfahrt bis in's flache Gebiet des Meeres gemacht, wo jetzt Norddeutschland ist. Kleinere Wunder dieser Art sieht man in gar vielen Dörfern, wo meist die Menschen an der Stelle, woselbst solch ein Fels niedergelagert ist, ehedem einen gutbezeichneten Versammlungsort hatten. Später pflanzte man Bäume in dessen Nähe, vielleicht um unter deren Schutz die öffentlichen Angelegenheiten zu berathen. In noch spätern Zeiten entstand entweder die Schmiede oder die Schenke oder die Kirche des Dorfes an dieser Stelle, und verblieb auch oft daselbst, so daß man nicht selten vor diesen Stätten große Felssteine unter uralten Bäumen ruhen sieht, um die herum die Bewohner des Dorfes in Mußestunden sich noch immer versammeln.

So haben denn schmelzende Eisschollen aus fernem Norden und vor langen, langen Zeiten ihre steinerne Bürde niedersinken lassen auf den damaligen Meeresgrund, und für eine sehr, sehr späte Zeit, wo aus diesem Meeresboden trockenes Land geworden ist, eine Stätte bezeichnet, auf welcher sich durch gar viele, viele Menschenalter hindurch ein kleiner Kreis der menschlichen Gesellschaft versammelt. —

Welch' ein wunderbares Wandeln, welch' ein wunderbares Wandern!

Und sie wandern noch immer.

Nicht mehr bis dahin, wo jetzt Land ist, sondern nach Stätten hin, wo jetzt Meer ist und dereinst sicher Land entsteht, wenn der Meeresboden dort sich heben und anderwärts sinken wird.

Sie wandern noch immer! Die wissenschaftlichen Expeditionen nach den Gegenden der Pole der Erde begegnen diesen Wanderern, diesen riesigen Eisschollen nicht selten, in welchen Felsstücke eingefroren sind als Zeichen, daß sie von festen Gestaden herkommen. Es bieten diese Wanderer einen furchtbar erhabenen Anblick dar. Sie schwimmen auf dem Wasser, das schwerer ist als Eis, aber nicht flach wie auf unsern Flüssen, sondern aufgerichtet in Thurmeshöhe. Unzählige Eiszapfen ragen aufwärts in die eisige Luft und funkeln gleich Riesen-Diamanten im Sonnenlicht. Sie wanken und schwanken und wiegen sich im schweren Takt auf den Meereswogen, denn unten im Wasser liegt ihre größere schwerere Hälfte, von der sie getragen werden. — Aber die Luft oben ist eisig und selbst die sechsmonatliche Sommersonne des Nordpols vermag die riesigen Eiszapfen nicht zu schmelzen, während das Wasser die Wärme des Sonnenlichtes schneller aufnimmt und am Fundament unseres schwimmenden Domes schmelzend zehrt. — Und siehe, nach längerem Abschmelzen wird das Fundament leichter als der Dom, und bei der nächsten Neigung der Woge, die ihn trägt, stürzt sich der Krystall-Dom kopfabwärts mit gewaltigem Schlage in die Tiefe und es erhebt sich aus ihr das bis dahin unsichtbare, von den Wassern abgenagte Fundament, ein veränderter, breiterer, zackigerer Dom und schwimmt und wiegt sich nun mit himmelwärts gerichteten riesigen Fingern weiter landeinwärts, bis wiederum eine neue Umkehr unter donnerndem Tosen erfolgt.

Aber während dieses Umsturzes erlangt ein eingefrorner Felsblock seine Freiheit aus dem Eisgefängniß und da er nicht heimschwimmen kann, woher er gewaltsam losgerissen wurde, sinkt er abwärts und abwärts in die stille Tiefe des Meeres und ruht daselbst aus von seiner unfreiwilligen Felsenwanderung.

Wann wird diese Ruhestätte des starren Wanderers trockener Erdboden sein? Wann wird ein Riesenbaum den Stein beschatten? — Wird einst ein Dorf in seiner Nähe, wird eine Schmiede, eine Schenke oder eine Kirche oder was sonst neben ihm aufgerichtet werden? — Und wann? Wer will dies berechnen? Genug, der Fels hält vorerst eine lange, lange Rast nach einer wundersamen Wanderung.

IV. Wie sich ein Fels von der Erd-Veste losreißt.

Was aber ist es, das Felsenstücke aus ihrem Zusammenhange mit Felsgebirgen reißt und in Eisblöcke einbettet, damit sie von ihnen getragen werden über die Wogen des Meeres und dahin wandern können, um sich zu zerstreuen auf dem Flachland der Erde? Was sprengt die Felsen und zertrümmert sie, um sie umzuwandeln und um ihr Wandern möglich zu machen?

Zur Beantwortung dieser Frage wollen wir die Höhen jener Gebirge besteigen, deren Spitzen von ewigem Schnee bedeckt hoch in die Lüfte hineinragen, und einen Blick auch auf die zwischen den Spitzen eines und desselben Gebirges liegenden Hoch-Thäler werfen, die mit spiegelglatten blitzenden Eislagern ausgefüllt sind, welche man Gletscher

nennt. Wir werden hier ein Wandeln und Wandern gleichfalls wahrnehmen und den Gründen desselben näher nachspüren können.

Selbst in heißen Ländern, wo die Sonnenglut fast in unerträglicher Wärme auf dem flachen Erdboden lagert, sind hohe Gebirge, die ihre Kuppeln hoch hinauf in die Luft strecken, mit Schnee und Eis bedeckt; denn nur am Boden der Erde lockt der Sonnenstrahl die Wärme hervor, und nur die unten lagernde dichtere Luft läßt die Wärme sich ansammeln und zu einer bedeutenden Hitze sich steigern; in den obern, dünnern Luftschichten vermag der Sonnenstrahl nur wenig Wärme zu entwickeln und es herrscht droben die Kälte, die immer bedeutender wird, je höher wir steigen, bis sie jenen Grad erreicht, den man die Kälte des Weltraums nennt, und den man auf nahe 50 Grad anschlägt.

In Ländern aber, die den Polen der Erde näher liegen und wo die Sonne selbst am Mittag nur schräge, schwach wärmende Strahlen herniedersenkt, in solchen Ländern sind schon weniger bedeutende Höhen Jahr aus Jahr ein mit Eis und Schnee bedeckt; ja in der Nähe der Pole der Erde ist der flache Boden selber bis auf beträchtliche Tiefe hin gefroren und flüssiges Wasser gehört hier zu den nur künstlich durch Feuer herzustellenden Erscheinungen.

Gleichwol bleibt in jenen Regionen, wo nur die Kälte zu herrschen scheint, die Wärme des Sonnenstrahls nicht ohne alle Wirkung.

Wenn zwischen hohen Felsmassen, die ringsum vom Eise starren, irgendwo eine Spalte offen steht, die tief nach dem Boden hin zuläuft, so sammelt sich in dieser Spalte das Wasser an, das der Sonnenstrahl vom Schnee und vom Eise abschmilzt, und ist die Spalte tief genug, so bildet sich hier ein Bergquell aus, der auf verborgenen

unterirdischen Bahnen sein Wasser bis in die Ebene hinabsendet. Aber wenn der Winter naht und die letzte Wärme des Sonnenstrahls auch hier erlischt, dann erkaltet das Wasser in der Felsenspalte so lange, bis es auf dem Punkte steht, zu Eis zu erstarren. In diesem Moment aber entwickelt es eine Macht von fast unglaublich gewaltiger Wirkung.

Es ist eine Eigenschaft des Wassers, welche sich fast bei keiner andern Flüssigkeit zeigt, daß es sich beim Erkalten nur bis zu einem gewissen Grad verdichtet, dann aber wieder in strengerer Kälte sich ausdehnt. Läßt man z. B. Wasser von 8—10 Grad Wärme, wie es in unsern Brunnen vorkommt, im kalten Zimmer bei starkem Frost sich abkühlen, so zieht sich das Wasser zusammen, bis es auf 4 Grad Wärme gekommen ist; von da ab aber dehnt es sich — im Widerspruch mit den meisten andern Dingen der Welt, — beim weitern Erkalten aus, bis es auf den Gefrierpunkt kommt und im Begriff steht, zu Eis zu werden.

In diesem Momente aber, im Augenblick, wo es erstarrt, nimmt seine Ausdehnungskraft in hohem Maße zu, und die Ausdehnung geschieht so plötzlich und deshalb so gewaltig, daß es sehr oft das Gefäß zersprengt, in welchem es sich befindet, sobald dieses seiner Ausdehnung sich entgegenstemmt. — Bei plötzlich eintretendem Frost sprengt das frierende Wasser im Augenblick, wo es sich in Eis verwandelt, Eimer, Tonnen, Gläser, in welchen es sich befindet. In starken Frostnächten vernimmt man oft bei Teichen und kleinen Seen im Augenblick, wo sich die große Wasserfläche in Eis verwandelt, ein donnerähnliches Krachen. Es rührt dies von der plötzlichen Ausdehnung des Wassers her, in welcher die ganze von den Ufern eingefaßte oberste Schicht sich plötzlich, wenn sie zu Eis wird, wie

ein Deckel von der noch nicht frierenden untern Wasserschicht abhebt; worauf sie sich dann sofort wieder in der Mitte senkt und nur an den Rändern das Eis hinauf schiebt auf das Ufer. Diese Ausdehnung macht es, daß Eis leichter ist als Wasser und auf demselben sich schwimmend erhält; und werden wir noch später über diese merkwürdige und für das ganze Leben höchst wichtige Erscheinung ein Näheres unsern Lesern vorführen.

Dieselbe Eigenschaft des Wassers aber ist es auch, welche den starren Nacken der Felsen zerbricht und sie zerklüftet und in Trümmer legt, um diese in Eis eingeschlossen die Pilgerfahrt über's Wasser machen zu lassen.

Denken wir uns einen festen Fels im nördlichen Eismeer emporragend aus der Tiefe durch das Meer und hinauf in die eisige Luft. In der Tiefe einer uralten Spalte sammelt sich während des sechsmonatlichen Sommertages Wasser an, das keinen Abfluß zum Meere hat. Da naht die sechsmonatliche Nacht des Winters mit ihrer erstarrenden Kälte. Je ruhiger, je unerschütterter das Wasser da in der Tiefe des Spaltes ruht, desto länger widersteht es dem Frost; es erkaltet bis auf den Grund hin bis unter den Gefrierpunkt; aber es fehlt die leise Erschütterung, welche es in Eis umwandelt. Da fällt von der Höhe in eisiger Sturmes-Nacht ein erstarrter Vogel, ein Hagelkorn, ja auch nur eine Schneeflocke hinein in das der leisesten Erschütterung harrende Wasser. Die Erstarrung, die Ausdehnung erfolgt plötzlich, und krachend reißt es Fels von Fels auseinander, und losgelöst vom festen Gerippe der Erde, stürzt ein Felsstück nieder auf das Eis, das bald Schnee und Eis des ewigen Winters bedeckt, bis einmal ein warmer Hauch des Sommers kommt, der Eisschollen auf die Wanderung treibt, von

denen Eine unser felsiges Erdbruchstück mitnimmt auf die weite Wasserreise.

V. Die Felsen wandern auch auf festem Lande.

Aber noch mehr dieser Wunder bietet die Natur in ihren Wandelungen und Wanderungen dar, denn nicht zu Wasser allein, sondern auch zu Lande findet ein Natur-Transport von großen und kleinen Gesteinen statt, die unmerklich langsam in der verschiedensten und sonderbarsten Weise herniedersteigen von den Höhen nach den Tiefen und von denen große gewaltige Felsenplatten von Zeit zu Zeit in einer regelmäßigen, genau abzumessenden Bahn sich niederwärts von Norden nach Süden wälzen.

Es ist nicht gar lange her, daß man die hohen Eis bedeckten Gebirge der Erde, deren Hochthäler die berühmten Gletscher bilden, als die unveränderlichen ewigen Standsäulen der Erde ansah und eine Bewegung derselben und durch dieselben für unmöglich hielt. Eine genauere Untersuchung aber, wie eine gründlichere Forschung lehrte dies als einen Irrthum einsehen.

In allen Theilen der Erde giebt es Gebirge, die so hoch in die Region der kalten Luft hinaufragen, daß sie mit ewigem Schnee bedeckt sind, denn die Sonnenwärme vermag nicht den dort zu allen Jahreszeiten fallenden Schnee zu schmelzen. Selbst in den heißesten Sommertagen der heißesten Zone der Erde schmilzt daselbst nur die leichte feine Decke des Schneelagers. Sie verliert dadurch ihre weiße blendende Farbe des Schnees und nimmt dafür die bläulich durchsichtigere des Eises an. Kommt nun hierzu der ewig die Erde umspülende Wind, der auf seinen Flügeln die feinen Staubtheile aus allen Enden der

Erde trägt, so lagert er eine gelbliche Decke über dieses Gewand des Eises und es entsteht so ein Merkzeichen eines Jahresalters der Schneefälle, an deren einzelnen Lagen man das Alter dieses Naturschauspiels ablesen kann.

Schmilzt aber die Sonnenwärme eines Jahres niemals die ganze Masse des gefallenen Schnees ab, so fragt es sich, woher rührt es, daß diese Schneelager nicht von Jahr zu Jahr wachsen? Weshalb bilden sie nicht immer höher hinaufragende Eisthürme über den Gebirgen? Und geschieht dieses wirklich, so müßte ja die Wassermenge auf der Erde sich nach und nach verlieren und sich endlich als starre in die Lüfte immer mehr und mehr hineinragende Massen ansammeln?

Die Antworten auf all' diese Fragen geben erst die Forschungen der neuesten Zeit und nach diesen stellen sich folgende wunderbare Erscheinungen dar.

Das Wasser, das vom ewigen Schnee alljährlich abschmilzt, reicht aus, die lockere Schneemasse zu durchtränken und aus dem Schneelager ein Eislager zu bilden. Die abschüssigen Wände der Gebirge mit solchen Eislagern belastet sind nicht im Stande, dieselben zu tragen, sondern lassen sie äußerst langsam abwärts gleiten und so schieben sie sich unmerkbar in die Hochthäler hinein, die sich zwischen den hohen Gebirgsgipfeln finden. Diese Thäler aber gleichfalls vom ewigen Schnee bedeckt, der ebenso vom abschmelzenden Wasser durchsickert ist, bilden weite, breite und oft meilenlange Eislager, die man Gletscher nennt, und da sie bis auf den Grund hin eine Eismasse bilden, würden diese Eislager, von welchen die Sonnenwärme niemals soviel abzuschmelzen vermag, als sie alljährlich an Zuwachs vom fallenden Schnee und den sich senkenden Eislagern erhalten, immer mächtiger und mächtiger werden, bis sie zur Höhe der höchsten Berges-

gipfel hinanstiegen. Allein das Hinabschieben, das schon von den Seiten der höchsten Bergesgipfel stattfindet, geschieht in den Gletschern in noch wunderbarerer Weise.

Denken wir uns das meilenlange abschüssige Eisfeld, das rechts und links in sehr verschiedener Breite von Bergeskämmen und Bergesgipfeln eingefaßt ist, so erscheint es dem prüfenden Auge wie ein fester starr stehender unverrückbarer Strom, denn Eis ist nach den gewöhnlichen Wahrnehmungen ein fester Körper, der zwar von Höhen herabgleiten kann, aber unmöglich im Stande zu sein scheint, dies zu thun, sobald seine Seiten fest anliegen an bald sich enger schließenden, bald weiter sich ausbreitenden Ufern. Allein es erscheint uns nur Eis als solch' ein fester Körper, in Wahrheit lehren die Gletscher, daß dem nicht so ist.

So fest auch Eis in seinem Zusammenhange erscheint, wenn man es in kleinern Massen betrachtet, so sehr ergiebt es sich an den Gletschern, daß es im Innern verschiebbar ist, sobald es in ungeheuern Massen über einander gelagert ist. Die Gletscher bewegen sich, trotzdem sie von beiden Seiten von bald enger, bald weiter werdenden Ufern eingefaßt sind, abwärts. Sie gleiten nicht, sondern sie fließen im vollen Sinne des Wortes von der Höhe zur Tiefe, sie fließen äußerst langsam, unmerklich für ein gewöhnliches Menschenauge; aber sie fließen dennoch ganz wie ein flüssiger Strom, drängen sich durch schmale Schluchten, strömen wie Gewässer in der Mittellinie stärker als an den Seiten und ziehen abwärts und abwärts, bis zu der Grenzlinie nach unten, wo die Sommerwärme alljährlich gerade so viel abzuschmelzen vermag, als das Jahr hindurch die Höhen an festen Wassermassen Zuwachs erhalten haben.

Daher kommt es, daß im Sommer, wo der Gletscher

an seinem untersten Ende abschmilzt, oft die Leiche eines Menschen, eines Thieres sich zeigt und die Bewohner dieser Gegenden in Staunen versetzt; denn an dieser Stelle ist seit Menschengedenken Niemand verunglückt. Zuweilen erkannte man in der Leiche eine Person, die vor langer, langer Zeit verunglückt und zwar weit oben an irgend einer Stelle verunglückt sein mußte, und begriff nicht, wie die Leiche durch das starre Eis so weite Strecken hindurch getrieben wurde. Jetzt ist es klar, daß Eis in großer Masse nicht starr, sondern flüssig ist, und nur unendlich langsamer als ein Strom, aber ganz wie ein solcher sich, und alles, was er enthält, an den Fuß des Gletschers trägt. —

Und langsam kommen auch in und auf diesem Eisstrom ganze Felsenstücke von der Höhe abwärts. Dieser starre Strom reißt Steine vom Grund und von den Seiten-Ufern ab und führt sie mit sich zu einer wunderbaren, fast ungeahnten langsamen Felsenwanderung, die von der Höhe nach der Tiefe geht, selbst dort, wo nicht Meereswogen felsenschwangere Eisschollen davon tragen.

VI. Merkwürdige Sommerreisen eines Felsens.

Aber nicht nur inmitten des starren Eises wandern Steine von großem und kleinem Umfang bergabwärts bis in die Thäler, sondern es zeigt sich ein noch wunderbareres Wandern von Felsen, die über ebene Eisfelder hin ihren bestimmten Gang innehalten und zuweilen sogar in der Richtung ihres geraden Laufes von kleinen Hügeln nicht gestört werden.

In den Hochebenen hoher Gebirge, die durch das

ganze Jahr von Eisfeldern bedeckt sind, lagern kleine und große Steine oben auf den Eisfeldern. Diese Bruchstücke der festen Erdrinde sind durch das Frieren des Wassers in Felsspalten losgesprengt worden von den nahen hoch aufragenden Bergesgipfeln und sind herniedergestürzt auf die Eis-Ebene, um hier scheinbar für die Ewigkeit liegen zu bleiben.

Aber sie wandern dennoch; und wunderbar: das Sonnenlicht ist es, welches den kleineren Steinen den Weg bahnt, und welches den größern die Straße bezeichnet, in welcher sie zu wandern haben.

Wenn das Licht der Mittagssonne in Sommermonaten die Eisfelder bestrahlt, dann erregt es auch Wärme auf denselben; aber diese Wärme ist sehr verschieden, je nach der Farbe des Gegenstandes, auf welchen der Sonnenstrahl fällt. — In dunkelfarbigen Gegenständen erregt der Sonnenstrahl stets einen höhern Grad der Wärme als in hellfarbigen. Wir können dies im gewöhnlichen Leben bei jedem Thauwetter beobachten. Der Schnee auf dem Bürgersteig schmilzt dort weit früher, wo er mit Asche oder Sand bestreut, also dunkelfarbig ist, als dort, wo er weiß bleibt; denn von gleich stark erwärmten Gegenständen nimmt der dunkelfarbige schneller und mehr Wärme auf. Zwei Thermometer, die neben einander hängen, zeigen bedeutende Unterschiede der Wärme an, wenn eines von ihnen schwarz, das andere weiß angestrichen ist; und zwar ist im schwarzen Thermometer der Grad der Wärme höher. Ein richtiges Gefühl lehrt das Frauengeschlecht, für den Winter die wärmere dunkle Farbe zu Kleidern zu wählen und im Sommer die hellere und kühlere.

In gleicher Weise wirkt der Sonnenstrahl über ganze Länder und erwärmt den dunklen Boden früher und stärker als den hellen. Auf schwarzem Boden keimen, wachsen

und reifen die Früchte früher als auf hellem; an einem schwarzen Zaun wird die Weintraube reif und süß, während sie an einer weißen Mauer hart und sauer bleibt.

Bestrahlt nun die Mittagssonne das Eisfeld, auf welchem kleinere Steine zerstreut liegen, so durchwärmt sie den dunklern Stein schneller und stärker als das klare Eis umher und deshalb schmilzt unter dem kleinern durchwärmten Stein das Eis schneller als ringsum, und der Stein sinkt darum abwärts in ein aufgethautes Loch und wandert immer weiter zu Boden, so lange die Wärme noch bis zu ihm gelangen kann. Hält die Sonnenwärme an, so verdampft das über dem Stein sich ansammelnde Wasser und es entsteht ein Eisloch, das von wunderbarer Hand tief eingebohrt zu sein scheint, das jedoch Niemand gebohrt, als die Sonnenwärme, die ein tief in dem Loche liegender Stein in sich angesammelt hat.

Dies ist bei Steinen der Fall, welche so klein sind, daß die Wärme, die an ihrer beschienenen Oberfläche sich entwickelt, durch den ganzen Stein sich verbreiten und hinabdringen kann bis auf die untere Fläche, mit welcher er auf dem Eise ruht. Die Wärme macht, daß er ein Loch in's Eis bohrt und in dasselbe nach der Tiefe sinkt. Gerade die entgegengesetzte Wirkung aber hat die Wärme bei großen Felsmassen.

Liegt ein breites, großes mächtiges Felsstück auf einem Eisfelde, so vermag die Wärme des Sonnenlichtes, die an der obern Fläche des Steines erregt wird, nicht durch den ganzen Stein und bis auf die untere Fläche desselben zu dringen. Steigt nun die Sommerwärme und schmilzt vom ganzen Eisfeld einen beträchtlichen Theil ab, so bleibt gerade der Theil, worauf der Stein ruht, ungeschmolzen, denn er befindet sich im Schatten des Steines, durch welchen der Sonnenstrahl nicht zu dringen vermag; und die

Folge davon ist, daß das ganze Eisfeld während des Sommers sinkt, während alle großen Steine auf demselben hoch auf einem Gestell von Eis liegen bleiben.

Man nennt solche Erscheinung, die oft höchst imposant und wunderbar ist, einen Eistisch und es gehören solche Wundertische, deren Platte ein Felsen und deren Fuß eine Eissäule ist, zu den Merkwürdigkeiten, welche Reisende nicht unangestaunt lassen.

Aber auch dieses Naturwunder bleibt nicht an seinem Orte. Die Eissäule, auf welchem der Fels ruht, wird in lang anhaltenden Sommern auf der Seite, wo die Sonne am Mittag steht, also auf der südlichen Seite, doch nach und nach angeschmolzen. Sobald dies in stärkerm Maße geschieht, kann sich der Stein nicht mehr im Gleichgewicht erhalten. Die Eissäule bricht zusammen und zwar vom Gewicht des Steines, der auf sie drückt und der Bruch geschieht stets in gerader Richtung von Norden nach Süden, so daß der Fels in dieser Richtung herabstürzt und ein Stück weiter nach Süden wandert.

Hier ruht er nun, um wieder in einem besonders heißen Sommer einen Eistisch zu bilden, und wiederum zu stürzen und wiederum ein kleines Stück nach Süden zu wandern. Er vermag diese Wanderung sogar über kleine Hügel fortzusetzen. Zu Anfang macht er seine äußerst langsame Sommerreise stets, indem er kopfüber stürzt oder indem er so zu sagen sich „fortkantelt“; später, wenn die Eissäule nicht hoch genug ist, daß er sich kanten kann, macht er nur eine Rutschpartie nach Süden, und diese Reise setzt er so lange fort, bis er aus dem Gebiet der Eisfelder hinaus und auf festen Boden kommt.

Dies ist die Wundergeschichte der wandernden Steine.

VII. Die Herstellung des Gleichgewichts.

Die Wanderung der Steine sowol in feinen Körnchen wie in größern Stücken, sowol in strömenden Gewässern wie innerhalb der Eisschollen, sowol inmitten der Gletscher wie über Eisfelder, diese Wanderung geht fort und fort vor sich; wie unmerklich und langsam dies auch für die kurze Lebensdauer eines Menschen der Fall ist, so gewaltig müssen die Wirkungen mit den unendlichen Zeiten anwachsen, und es müßten mit dem Verlauf der vielen Jahrmillionen, in welchen dieser Zustand bereits besteht, schon alle Berge geebnet, alle Thäler gefüllt, alle Gewässer gestiegen und die Meere bereits zurückgekehrt sein, „um die Erde zu bedecken."

Allein dieser Kraft, welche das Gleichgewicht zwischen Land und Wasser, wie es besteht, stören würde, wirkt eine Kraft, welche im Innern der Erde thätig ist, entgegen. Denn eben so wie die Gebirge an Höhe und Umfang fort und fort verlieren und ihre Trümmer die Thäler des Meeres ausfüllen und dessen Boden erhöhen, eben so erheben sich bald auffallend merklich, bald in unmerklicher Weise neue Gebirge, neue Länderstrecken vom Boden des Meeres empor.

Ob diese Ausgleichung wirklich so genau ist, daß das Festland und das Wasser stets und ewig in gleichem Verhältniß des Raumes an der Oberfläche bleiben, das läßt sich nicht mit Sicherheit behaupten. Im Gegentheil ist es wahrscheinlich, daß im Lauf der Jahrtausende wohl bedeutende Veränderungen hierin vorkommen können. Es kann die Masse des trockenen Bodens zu Zeiten etwas abnehmen, zu Zeiten auch im Wachsen begriffen sein. Im Allgemeinen aber haben diese Schwankungen ihre Grenzen, und man darf wol behaupten, daß das Gesammtverhältniß

zwischen Land und Wasser nur in geringem Maße gestört wird.

Eben so wie Berge in unmerklich kleinen Sandkörnern eine Wanderung nach der Tiefe antreten und eine Verwandelung der Erde hervorrufen, ebenso treten unbemerkbar für die gewöhnliche Menschenbeobachtung ganze Länderstrecken und Inseln eine Wanderung aufwärts an. Sie erheben sich langsam aus dem Meere und vermehren das Festland sowol in gebirgsartigen Erhebungen, wie in Erweiterung des trockenen Gebietes.

An den Küsten Chili's wurden im Laufe dieses Jahrhunderts Erhebungen derart mehrfach bemerkt. Die Westküste von Schweden ist in einem fortwährenden langsamen Aufsteigen aus dem Meere begriffen, so daß Dörfer, die früher am Meeresufer lagen, jetzt schon beträchtliche Strecken davon entfernt sind. An den Dünen Holsteins sind mehrfach kleine Inseln aus dem Meere emporgestiegen und haben sich derart an das feste Gebiet angelegt, daß sie nunmehr herrliche Weideplätze für die dort so ergiebige Viehzucht geworden sind.

Aber auch auf festem Erdboden erhebt sich zuweilen, getrieben von unterirdischen Kräften, ein Theil bis zu beträchtlicher Höhe und bildet ein Gebirge inmitten einer bis dahin ebenen Umgebung. Das merkwürdigste Beispiel dieser Art ist die Erhebung des Vulkans Jorullo, welche im Jahre 1759 stattfand, ein Berg, der sich in Zeit von wenigen Tagen aus einer Umgebung von Frucht- und Zuckerrohr-Feldern in Mexiko bis zu einer Höhe von 1550 Fuß erhob. —

Zwar findet auf Erhebungen dieser Art oft eine Senkung statt, und Inseln, welche inmitten des Meeres entstehen, verschwinden wiederum nach einiger Zeit, von stürmenden Gewässern zerstört. Allein es wiederholt sich

dasselbe Schauspiel oft an einer und derselben Stelle, und wenn dies unter begünstigenden Umständen der Fall ist, so ist die Entstehung wirklich dauernder Landstrecken an solchen Orten leicht möglich.

Ein auffallendes Beispiel bot sich in neuester Zeit dar, wo sich die Erhebung einer neuen Insel wiederholte, welche bereits zwanzig Jahre vorher an derselben Stelle stattgefunden hatte, und die sowol damals wie jetzt kurze Zeit nach ihrem Erscheinen wieder verschwunden ist.

In der Nähe von Sizilien, in einer Entfernung von etwa 8 Meilen erhob sich unter donnerähnlichem Getöse im Juli 1831 die Wassermasse des Meeres. Vorübersegelnde Schiffe schilderten die Höhe der sich aufthürmenden Wasserberge auf 80 bis 90 Fuß; gleichzeitig nahm man Lava-Schlacken an der Küste Siziliens wahr, die aus jener Gegend herangeschwommen kamen. Mehrere Tage wiederholten sich diese unter dem Wasser stattfindenden vulkanischen Ausbrüche, und bald entdeckten sowol neapolitanische wie englische Seefahrer, daß dieses Tosen nichts als die Geburtswehen einer neuen Insel sei, welche an dieser Stelle aus dem Meere emporstieg und sich in einem Umfang von etwa einer Meile, bis zu einer Höhe von 200 Fuß über dem Meeresspiegel erhob.

Schon entspann sich ein politischer Streit über das Eigenthumsrecht auf diese Insel zwischen der neapolitanischen und englischen Regierung, als man zeitig genug die Entdeckung machte, daß das Meer diesen Streit zu schlichten bereit sei, indem dasselbe die neugeborene Insel wieder langsam verschlinge, wie es dieselbe geboren; und wirklich war nach Verlauf eines halben Jahres nichts mehr von der Insel zu sehen, so daß sie für immer verschwunden zu sein schien.

Da kam denn im Jahre 1851, also zwanzig Jahre später, wiederum die Insel zum Vorschein und veranlaßte wiederum einen angehenden Besitzstreit; allein wieder ist sie verschwunden und hat dem Streit ein Ende gemacht. —

So wenig nun dieses Ereigniß, dessen unser Zeitalter Zeuge war, von politischer Bedeutung wurde, so sehr bestätigte es die Lehre von der innern Kraft der Erde, die durch Erhebung von festen Massen ein Gleichgewicht herzustellen sucht für die Wanderungen und Wandelungen, welche die festen Gesteine nach den Tiefen der Meere führt.

VIII. Wie Alles der Bewegung unterworfen ist.

Wandern aber selbst Fels und Stein in der Natur, ändern auch sie mit der Zeit Gestalt und Ort und werden auch diese Gebilde, die man die festesten und unerschütterlichsten nennt, von Kräften bewegt, die sie mit hineinreißen in die große Wanderung und Wandelung der Natur, so hat man Ursache anzunehmen, daß nichts in der Natur unbeweglich, sondern alles, was Dasein hat, auch der Veränderung in Raum und Gestalt unterworfen ist, Theil nimmt an der Thätigkeit des Gesammtdaseins, das eben nicht in der Ruhe, sondern in der Bewegung besteht.

Ruhe, vollständige Ruhe, oder wie man es wissenschaftlich nennt: absolute Ruhe, existirt sicherlich nirgend in der Natur und selbst nicht in dem, was man den Tod nennt. — Tod ist auch nur eine Wandelung des Daseins; oder richtiger: in der ewigen Wandelung aller Formen, unter welchen die Dinge existiren, kann man sich ein ewiges ununterbrochenes Absterben der alten Dinge und ein

ewiges ununterbrochenes Geborenwerden anderer unter neuen Formen vorstellen.

Nichts in der Welt ist wirklich fest und unerschütterlich; ja noch mehr, auch die leiseste zarteste Bewegung, auch der feinste Hauch einer Kraft vermag die festesten Felsen, die dicksten künstlichen Mauern zu bewegen. — In dem erwärmenden Strahl der Sonne dehnen sich alle von ihr beschienenen Dinge aus. Auch die festesten Mauern vermögen diesem zarten Hauch der Wärme keinen Widerstand zu leisten und wendet man feine Instrumente an, so beobachtet man, wie jedes noch so feste Gebäude alltäglich Schwankungen ausgesetzt ist wie ein schwaches Schilfrohr, das der Wind bewegt. Die von der Sonne beschienene Seite eines jeden Hauses hebt sich, die im Schatten liegende Seite senkt sich; jene dehnt sich aus, diese zieht sich zusammen. Steigt die Sonne von Osten nach Süden, so sinken die Ostseiten aller Gebäude wieder langsam zusammen und es dehnen sich die Wände, die nach Süden liegen. Allabendlich wieder sind die West-Seiten aller Häuser gedehnt, während des Nachts, je nach dem Grad der Kälte alle Gebäude, selbst die festesten, sich zusammenziehen. Dieses Schwanken der festesten Mauern unter dem Einfluß der Wärme ist so groß, daß es eine bedeutende Störung in den astronomischen Beobachtungen veranlaßt, weshalb in neuen Sternwarten kein Haupt-Instrument mit dem Gebäude in Berührung kommen darf, sondern auf einer vom ganzen übrigen Gebäude vollkommen gesonderten Säule aufgestellt wird, welche möglichst vor dem Einfluß der Wärme geschützt wird.

Der Schall, der die Luft durcheilt und in unserm Ohr die Empfindung des Hörens veranlaßt, ist nichts anderes als eine Erschütterung der Lufttheilchen, die sich von der Stelle aus, wo er hervorgerufen worden ist, nach allen

Richtungen hin bis in's unendlich Weite fortpflanzt. Und diese Erschütterung der Luft, sie pflanzt sich durch Mauern und Gestein fort und läßt die festesten Massen in ihren feinsten Theilchen ganz in gleicher Weise schwingen, als ob sie lose dehnbare Atome wären. Jeder Hammerschlag an einen Felsen wandert durch den ganzen Felsen, ja je härter der Felsen ist, desto schneller durcheilt ihn der Schall; und doch ist der Schall nichts anderes als ein wellenartiges Zittern, als eine außerordentlich schnelle Erschütterung der Theilchen, also eine Bewegung, welcher die festesten Massen keinen Widerstand leisten.

Ist aber selbst die festeste Masse den Gesetzen der Bewegung unterworfen, sehen wir, daß Felsen und Gesteine den Gesetzen des regelmäßigen Wanderns und Wandelns anheimfallen, so darf es uns nicht Wunder nehmen, daß alles in der ganzen Natur der Wanderung und Wandelung unterthan ist, ja man wird es fassen lernen, wie eben das ganze Leben der Natur nur von dieser ersten aller Bedingungen abhängig ist, von dieser ersten aller Bedingungen, welche eben Bewegung heißt und die in ihrer Regelmäßigkeit ein ewiges Wandern und Wandeln der Natur selber ist. —

IX. Wanderungen und Wandelungen des Wassers.

Daß Wasser unter Umständen sich vollständig verwandelt und im Gemisch mit anderen Stoffen eine ganz andere Natur annimmt, als es bisher hatte, das hat wol schon Jeder beobachtet, der Kalk löschen oder Gips einrühren sah.

Gießt man auf ungelöschten Kalk eine Portion Wasser, so entsteht in dem früher kalten Kalk in Verbindung mit dem eben so kalten Wasser ein hoher Grad von Hitze, als ein Zeichen, daß hier nicht ein gewöhnlicher Vorgang zu Stande gekommen ist, sondern daß das flüssige Wasser und der pulverartige Kalk in ihrem Zusammentritt ein ganz neues Produkt bilden. — Noch auffallender ist die Erscheinung, wenn man zerriebenen Gips mit etwas Wasser mischt; es wird Jeder bei einem Versuch derart finden, daß das lose Gipspulver mit dem sonst so flüssigen Wasser eine feste steinharte Masse bildet.

Was ist in solchen Fällen aus dem Wasser geworden?

Es ist in seinem Wesen verwandelt. Es hat seinen ganzen Charakter verloren; es ist fest geworden, und existirt in dem Kalk und Gips als ein harter trockener Körper. Dies aber ist in vielen Stoffen der Fall. In ganz trockenem Eisenrost steckt nahe ein Fünftel Wasser; in einem Pfund gelöschten Kalk sind an 8 Loth Wasser enthalten; zu einer Tasse voll Gips kann man eine Tasse voll Wasser nehmen und einen Brei einrühren, der nach wenigen Minuten schon steinhart wird. Im Glaubersalz ist die Hälfte Wasser, welches in den Salzkrystallen steckt und mit ihnen die harte glasartige Masse bildet.

Schon hier zeigt sich die vollständige Verwandelung des Wassers im Bereich der unbelebten Natur. Das Wasser existirt in Formen, in welchen man es im gewöhnlichen Leben nicht vermuthet; aber es verläßt auch auf unsichtbaren unmerklichen Wegen diese seine Verwandlung und wandert weiter durch die Welt in Formen und Gestalten, die nicht minder vor dem gewöhnlichen Auge verborgen bleiben.

Es giebt Felder, die die sonderbare Eigenthümlichkeit zeigen, daß sie in den allerregnerischsten Zeiten trocken

bleiben und doch selbst in den trockensten Jahren reichliche Ernten liefern. Es rührt dieses Wunder von Gips- und Kalk-Lagern her, die sich unter der Oberfläche befinden. Diese Stoffe ziehen das Wasser ein und erhalten das Erdreich oben trocken, selbst wenn alle andern Felder unter Wasser stehen; aber in trockener Jahreszeit begiebt sich ein großer Theil des Wassers wieder zu den Keimen der Pflanzen und ernährt diese, indem sich in denselben das Wasser in Pflanzensaft verwandelt.

Daß wässerige Säfte in Pflanzen vorhanden sind, wird wol Jeder wissen; ja die Pflanzen bestehen zum größten Theil aus Wasser; aber man stelle sich nicht vor, als ob das Wasser in denselben nur ein fremder Bestandtheil ist, welcher sich dem eigentlichen Pflanzenstoff beigemischt hat, sondern es ist eine unumstößliche Thatsache, daß das Wasser ein Theil der Pflanze ist und insofern die Pflanze ein organisches Leben zeigt, darf man mit vollster Zuversicht behaupten, daß auch das Wasser in derselben organisch, das heißt lebend wird. Aus einer Frucht, die man auspreßt, kann man den Saft derart chemisch zerlegen, daß man das reine Wasser wieder daraus gewinnt, aber das geschieht eben erst, nachdem man das Leben der Frucht vernichtet hat; erst dann nimmt das Wasser wieder seine frühere Natur an; während des Lebens der Pflanze ist das Wasser eben nichts als ein Theil der Pflanze, ein lebendiger Theil derselben, mit eben so lebensfähiger Kraft begabt, wie jeder andere Theil derselben.

Nicht minder aber ist das Wasser ein Theil des belebten Thieres. Wenn wir Wasser trinken, geht dasselbe durch die feine Haut der Blutäderchen, die den Magen umgeben, sofort in's Blut über; allein man glaube nicht, daß dann durch unsere Adern Blut gemischt mit Wasser rollt, sondern das Wasser ist ein Bestandtheil des

Blutes. Es wird als Wasser aufgenommen und der überflüssige und verbrauchte Theil wird durch Athem, Schweiß und Harn ausgeschieden; aber so lange es im Blute selber aufgenommen und thätig ist, so lange ist es nicht Wasser im gewöhnlichen Sinne; sondern es ist ein Theil des Blutes und hilft die gesammten Organe des Körpers bilden, die die Träger des Lebens sind. —

Vier Fünftel der Gehirnmasse des Menschen sind Wasser, während alle andern Stoffe derselben nur ein Fünftel des Gehirns ausmachen; und doch ist nicht Wasser im Gehirn, sondern das darin enthaltene Wasser ist selber der hauptsächlichste Theil der Gehirnmasse; und ist in dieser der Sitz des Lebens, wie sie mindestens das Organ aller unserer Gedanken, Gefühle und Empfindungen ist, so muß man sagen, daß im Gehirn des weisesten Denkers das Wasser denkend geworden ist.

Betrachten wir also die Wanderungen und Wandelungen des Wassers, so finden wir dieses nicht nur als Ströme, Seen und Meere, oder als Gas, als Nebel, als Wolken, oder als Regen, als Schnee, als Hagel, sondern auch als feste Masse in einem großen Theil erdiger Stoffe und Salze, als wachsende organische Masse in allen lebenden Pflanzen und als empfindende, wollende, einherwandelnde, ja sogar denkende Masse in Thier- und Menschenkörpern.

Welch' ein ewiges Wandern! Welch' ein unendliches Wandeln!

X. Die verschiedenen Kräfte des wandelnden Wassers.

Die Wanderung und Wandelung des Wassers durch die Natur zu verfolgen, ist äußerst schwierig. Ja es gehört

schon zu den schwierigsten Fragen, zu entscheiden: ob die Wassermasse, welche in Quellen, Bächen, Seen, Flüssen, Strömen und Meeren an's Tageslicht tritt, größer ist als die Wassermasse, welche im Innern der Erde theils als Gas, theils gebunden zu festen Massen mit verschiedenen Erdarten und Salzen, theils an der Oberfläche fortwährend in Pflanzen und Thieren thätig ist, theils in der Luft jederzeit als Gas, als Nebel, oder als Wolke schwebt. — Wir sagen: es ist schwer zu entscheiden, ob die Wassermasse, welche in der flüssigen Gestalt des Wassers zum Vorschein kommt, größer ist, als die, welche in den verschiedenartigsten Formen thätig ist.

Das aber ist unzweifelhaft, daß ein unausgesetztes Wandern und Wandeln des Wassers stattfindet, daß ein Wasser-Atom, welches in diesem Augenblick in einem lebendigen Wesen als Blut, als Fleisch, oder sonst als ein Organ des Leibes existirt, bestimmt ist, den Körper bald zu verlassen und der Luft anheimzufallen, die es nach großen Wanderungen der Erde wiedergiebt, welche es endlich als Bestandtheil eines Wassertropfens im Schooß des Meeres aufnimmt. Und im Meer angelangt hat ein Wassertropfen, wie wir bald zeigen werden, eine große Reise anzutreten, die Jahrhunderte dauern kann, bevor er wieder emporgehoben wird, um seine Wallfahrt durch das Leben zu machen; aber der Moment tritt ganz unzweifelhaft ein, ja wir dürfen die Vermuthung hegen, daß sich auch hier ein regelmäßiger Kreislauf herstellt, in welchem alles Wasser der Meere nach einer bestimmten Zeit die Wanderung durch die gesammte Natur durchschritten hat und wieder zurückkehrt in das große Wasserbecken, das den Grund des Meeres bildet.

Denken wir uns hinzu, daß das große Meeresbecken sich inzwischen auch verändert hat, daß das Wasser in seiner

Weltwanderung Felsen in's Meer gesenkt, daß die Erde in ihrer innern vulkanischen Kraft Thäler in Berge und Berge in Thäler verwandelt hat und erwägen wir hierzu noch, daß alle chemischen Verbindungen in der Natur niemals zwischen zwei trockenen Stoffen stattfinden, daß ferner zwei fertige Luftarten sich nur sehr selten chemisch verbinden, daß also hauptsächlich der flüssige Zustand mindestens Eines chemischen Stoffes zur chemischen Verwandlung nöthig ist, so vermögen wir uns eine leise Ahnung zu verschaffen von der Rolle, die das Wasser in der Natur spielt und dürfen mit Recht sagen, daß das Wasser eine der hauptsächlichsten Verwandlungsquellen ist, die in dem Reiche dieser Erde thätig sind.

Bedenken wir schließlich, daß das Wasser es vorzüglich ist, welches die Elektrizität so schnell leitet; daß, wie Forschungen der neueren Zeit ganz unzweifelhaft erwiesen haben, Ströme von Elektrizität um das Erdrund kreisen, und daß diese unausgesetzte Quelle der Elektrizität von noch ungeahnter Einwirkung auf das Gesammtleben der Erde und alles Lebens auf ihrer Oberfläche ist, so dürfen wir den Ausspruch thun, daß die Rolle des Wassers und seines Wanderns und Verwandelns auf Erden eine nur zum kleinsten Theil geahnte ist, und daß es erst einer spätern, weit vorgeschrittenern Zeit vorbehalten sein kann, die Bedeutung derselben wirklich ermessen zu wollen.

Deshalb aber wollen wir das Gebiet der Vermuthungen für jetzt verlassen und lieber zu denjenigen Erscheinungen zurückkehren, deren Verlauf von dem jetzigen Standpunkt der Naturwissenschaft überschaut werden kann. Wir werden finden, daß auf dem kleinen Gebiet, das wir unsern Lesern vorzuführen gedenken, schon unermeßliche Erfolge durch eine eigenthümliche Wanderung des Wassers erreicht werden, obgleich diese Wanderung ganz im Stillen

vor sich geht und dieselbe sich bis zur neuern Zeit der Beobachtung der Menschen ganz und gar entzogen hatte.

Daß das Wasser von den Höhen der Erde zur Tiefe des Meeresspiegels hinabwandert, ist eine bekannte Thatsache; daß dieses Wasser nur in der Form des Wasserdunstes, in Form von Wassergas, von Nebel und Wolken aufgestiegen war, um niederwärts zu strömen, ist gleichfalls allgemein bekannt. Das Wasser wird durch Verdunstung desselben in die Luft hinaufgehoben und sinkt durch seine Schwere wieder in flüssiger Gestalt zum Meere zurück. Obgleich nun die Wassermasse, welche so in Bewegung gesetzt ist, eine ungeheure Kraft entwickelt, so ist diese doch noch gering gegen diejenige, welche wir jetzt betrachten wollen, und welche das Heben und Sinken des Wassers im Meere selber veranlaßt.

Man hat berechnet, daß sämmtliches zum Meere fließende Wasser der Ströme eine Kraft entwickelt, welche einer Maschine von 300 Millionen Pferdekraft gleichkommt; die Bewegung, von welcher wir sprechen wollen, kommt einer nahe an 8000 mal stärkern Kraft gleich; und doch ist diese Bewegung und diese Kraft ganz unscheinbar für das Menschenauge und bis zur neuern Zeit völlig unbemerkt geblieben!

XI. Die Wärme als bewegende Kraft.

Nach ungefährer Berechnung würde man dreihundert Millionen Pferde brauchen, um alles Wasser auf der Erde, das von den Bergen hinunter in's Meer fließt, in seinem Lauf aufzuhalten. Einer bei weitem größeren Kraft aber bedarf es, um das Wasser vom Meere wieder

bis in jene Höhe zu erheben, woher es herabströmt. — Und doch ist es nur die Wärme, welche die Hauptursache dieses Steigens ist. Die Wärme ist es, welche das Wasser an der Oberfläche verdunsten läßt. Die in steter Bewegung begriffene Luft führt diesen Wasserdunst mit sich fort und erfüllt sich so lange mit demselben, bis die Kälte, die in hohen Luftschichten existirt, den Dunst wieder in feine Tröpfchen verwandelt und sie als Regen, Schnee, Hagel niederstürzen läßt.

Die Wärme also ist es, die hier, wie wir sehen, Wasser zur Höhe steigen macht und zwar in einer solchen Masse, daß die Kraft, welche sie zeigt, ein ganz unendlich hohes Maaß erreicht. Man hat hierüber folgende Berechnung angestellt: Gesetzt man wollte durch künstliche Wärme dieselbe Masse Wasser verdampfen lassen, welche alljährlich durch die Sonnenwärme verdampft, so würde man so viel Brennmaterial brauchen, daß man mit demselben eine ganze Billion Maschinen, jede von sechszehn Pferdekräften in Bewegung setzen könnte. Die Wirkung der Wärme auf dem ganzen Erdenrund ist also gleich der Kraft von 16 Billionen Pferden. Theilt man diese Kraft gleichmäßig auf jeden Morgen Landes ein, so wirkt die Wärme auf einer jeden solchen Strecke Landes ganz so wie eine Maschine von 79 Pferdekräften. Das heißt einfacher ausgedrückt, wenn man einen Morgen Land, der weder Regen, Thau, noch Schnee, Hagel und Reif erhält und auch von keiner Quelle durchfeuchtet wird, mit einem künstlichen Regen so reichlich versorgen wollte, wie es die Natur thut, so müßte man eine Maschine für ihn aufstellen, welche das Wasser in die Höhe der gewöhnlichen Wolken spritzt, damit es von dort niedersinkt, und diese Maschine müßte Jahr aus Jahr ein mit 79 Pferdekräften arbeiten.

Zeigt schon dieser Fall hinreichend, wie winzig sich die künstliche anwendbare Kraft der Maschinen ausnimmt gegen die Kräfte, welche in der Natur thätig sind, so wird die folgende Betrachtung die Wirkung der Naturkräfte nur noch in helleres Licht setzen und uns zugleich eine neue Wanderung des Wassers kennen lehren, welche sich dem Auge ganz und gar entzieht.

Es ist bekannt, daß schwere Gegenstände, Steine, Metalle u. s. w. im Wasser untergehen, während leichte Dinge, wie Holz z. B. auf dem Wasser schwimmen. Das Naturgesetz hierüber hat man schon in den ältesten Zeiten gekannt, und es lautet folgendermaßen: Alle Gegenstände, welche schwerer wiegen als eine gleich große Menge Wasser, sinken im Wasser zum Grunde; alle aber, welche leichter wiegen als eine eben so große Menge Wasser, schwimmen oben auf demselben. — Ein Stück Eisen ist an siebenmal schwerer als ein gleich großes Stück Wasser, das heißt ein Eimer genau vollgepackt mit Eisen oder richtiger ausgefüllt mit einem einzigen Eisenstück wiegt so viel wie sieben Eimer Wasser. Daher sinkt Eisen im Wasser unter. Ein Eimer aber mit Holz vollgepackt oder durch ein Stück Holz ausgefüllt, wiegt leichter als Wasser, folglich schwimmt Holz im Wasser obenauf.

Ganz aber wie es mit festen Gegenständen ist, ist es auch mit flüssigen der Fall. Eine Flüssigkeit, die leichter ist als Wasser, schwimmt, wenn sie nicht mit dem Wasser durch einander gemischt wird, auf demselben obenauf, eine Flüssigkeit, die schwerer ist als Wasser, sinkt in demselben auf den Boden. Oel ist leichter als Wasser; das heißt: eine Flasche voll Oel wiegt leichter als dieselbe Flasche voll Wasser; und es wird wol schon Jeder beobachtet haben, daß Oel auf Wasser obenauf schwimmt.

Dasselbe ist mit Butter und sonstigen thierischen Fetten der Fall, woher die sogenannten Fettaugen der Suppe obenauf schwimmen. — Syrup dagegen ist schwerer als Wasser, weshalb es mit einiger Behutsamkeit sehr leicht ist, auf eine Schicht Syrup eine Schicht Wasser zu gießen, so daß dieses oben auf dem Syrup schwimmt, so lange nicht eine Mischung vor sich geht.

Aber ebenso wie es hier mit zwei verschiedenen Flüssigkeiten der Fall ist, so findet es in einer und derselben Flüssigkeit statt. Der schwere Theil der Flüssigkeit sinkt nach unten und der leichtere Theil steigt nach oben. Nun ist es eine bekannte Thatsache, daß die Wärme alle Gegenstände ausdehnt, ohne daß sie an Gewicht zunehmen. Eine Eisenstange wird, wenn man sie erwärmt, länger und dicker und zieht sich beim Erkalten wieder zusammen. Dasselbe ist auch mit Wasser der Fall; es dehnt sich aus, wenn es warm wird, und zieht sich zusammen, wenn es kälter wird, und von selbst versteht es sich, daß das ausgedehnte Wasser leichter, das dichtere Wasser schwerer wird. Die Folge hiervon ist, daß in einem ruhig stehenden Gefäße, das mit Wasser gefüllt ist, der obere Theil des Wassers immer wärmer ist als der untere, indem gewissermaßen das leichtere wärmere Wasser stets auf dem kältern und dichtern obenauf schwimmt.

Wie dies wirklich auch in allen Gewässern der Fall und von welch' enormer Wichtigkeit dies für das ganze Leben auf der Erde ist, werden wir sofort sehen.

XII. Bewegungen der Wasserschichten durch einander.

Man kann sich durch genaue Versuche im Kleinen davon überzeugen, daß in jedem Gefäß, wo kaltes und

warmes Wasser hineingegossen wird, ohne durch einander gerührt zu werden, stets das wärmere Wasser die oberste Stelle einnimmt; und ebenso wie dies in Gefäßen der Fall ist, findet es auch in Seen, Teichen, Flüssen und Meeren statt. Hieraus aber ergiebt sich eine höchst bedeutungsvolle Bewegung des Wassers, sowol wenn die Luft über demselben wärmer, als auch wenn sie kälter ist.

Wir wollen diese Bewegung zuerst in dem Falle kennen lernen, wenn kältere Luft über dem Wasser schwebt, indem wir sodann leichter die Bewegungen werden nachweisen können, die stattfinden, sobald sich ein hoher Grad von Wärme über dem Wasser entwickelt.

Nehmen wir als Beispiel einen Teich im Beginn des Herbstes an, wo die Luft über demselben immer kälter und kälter wird, so ist es wol Jedem bekannt, daß das Wasser des Teiches sich nicht so schnell abkühlt als die Luft. In kühlen Sommertagen, namentlich in der Abenddämmerung werden Badende schon oft den Fall beobachtet haben, daß sich die Luftwärme bedeutend mit dem Sonnenuntergang verloren hat, während das Wasser noch immer soviel Grad Wärme hat als am Tage. Hieraus ergiebt sich, daß Wasser langsam seine Wärme verliert und daß es dieselbe hauptsächlich an der Oberfläche der kältern Luft abgiebt.

Ist dies aber der Fall, so wird die oberste Wasserschicht, die früher wärmer war als die untere, jetzt kälter. Indem dies aber geschieht, wird sie zugleich schwerer als die untere und vorausgesetzt, daß die Abkühlung stark ist, so wird die oberste kaltgewordene, also schwerere Wasserschicht untersinken und sich langsam nach der Tiefe begeben, so daß sie die unterste bildet.

Hierdurch aber werden die andern Wasserschichten gehoben und der Oberfläche des Wassers näher gebracht.

— Da es aber der neuen obersten Schicht nicht anders geht als der ersten, sinkt auch diese nach ihrer Abkühlung in die Tiefe, und vorausgesetzt, daß der Herbst rauher, die Luft kälter geworden ist, wird diese neue nach unten sinkende Schicht bis auf den Grund hinabwandern und die zuerst hinabgesunkene sammt allen andern Wasserschichten in die Höhe heben.

Dieser Vorgang wiederholt sich nun und bringt es zu Wege, daß zu allen Zeiten, wo die Luft kälter ist als das Wasser, ein ewiges Sinken des kalt gewordenen Wassers von der Oberfläche nach der Tiefe und ein gleichzeitiges Heben der tiefen Gewässer nach der Oberfläche stattfindet. Ein ewiges Wandern und Bewegen, das kein Auge beobachtet.

Für den ersten Augenblick könnte uns diese Wanderung und Bewegung als ganz gleichgültig erscheinen; sie ist es aber nicht, wenn wir nur erwägen, daß alle Fische, die Bewohner des Wassers, zu ihrem Lebensprozeß des Sauerstoffs der Luft bedürfen, daß diese Luft nicht in die Tiefe hinabdringen könnte, wenn nicht das Wasser der Oberfläche, das mit der Luft in Berührung tritt, eine Portion in sich aufnehmen und beim Hinabwandern mitführen würde nach der Tiefe. Daß Fische in der Tiefe der Seen, der Teiche, der Meere zu leben und zu athmen vermögen, verdanken sie einzig und allein dieser Bewegung des Wassers von oben nach unten und von unten nach oben, durch welches stets so viel Luft durch alle Schichten des Wassers eingeführt wird, daß die Athmung der Wasserthiere vor sich gehen kann.

Würde nun das Wasser die Eigenschaft aller andern Körper haben, sich immerfort weiter zu verdichten, je kälter sie werden, so würden selbst milde Winter den Tod aller Wasserthiere nach sich ziehen. Das kalte Wasser

würde in solchem Falle, weil es schwerer wird, stets zu Boden sinken und wenn es endlich bis zum Gefrierpunkt erkaltet, so müßte die unterste Schicht am ehesten erstarren. Die Gewässer würden von unten nach oben hin zufrieren und bei fortgehendem Frostwetter müßten selbst die tiefsten Seen und Meere durch und durch erstarren. Daß dies den Tod aller Wasserthiere nach sich ziehen würde, ist klar. Das ganze Leben im Wasser wäre vernichtet; ja die tiefern Wasseransammlungen würden, wenn sie auch im Sommer von oben her schmelzen, doch niemals völlig flüssig werden und das Eis, das auf dem Boden aller Gewässer läge, würde selbst die unterirdischen Quellen einfrieren lassen, durch welche sie gespeist werden, so daß alle Wasseradern nach und nach erstarrten und alles von den Höhen herabströmende Wasser, das millionenfache unterirdische Abzüge nach der Tiefe hat, über die Erde hin seinen Weg nehmen und eine garnicht zu übersehende, aber jedenfalls den jetzigen Zustand vernichtende Richtung einschlagen müßte. –

All' diesen, das ganze Leben im Wasser vernichtenden und das ganze Festland umgestaltenden Zuständen hat die Natur durch einen eigenthümlichen Umstand vorgebeugt, dessen wir bereits früher gedachten und der darin besteht, daß das Wasser eine merkwürdige unerklärte Ausnahme von fast allen Dingen in der Welt macht.

Während alle Dinge sich immer mehr und mehr zusammenziehen und verdichten, je kälter sie werden, ist dies beim Wasser nur bis auf einen bestimmten Grad der Fall, bis dahin nämlich, wo es nur noch circa vier Grad Wärme hat; wird Wasser noch kälter, so dehnt es sich wieder wunderbarerweise aus und hört nicht nur auf, in die Tiefe zu sinken, sondern steigt sogar nach oben.

Dies bringt einen ganz eignen Zustand der Ge-

wässer hervor, dessen Einfluß auf das ganze Leben ungeheuer groß ist.

XIII. Die Bewegungen in frierenden Gewässern.

Wenn im Herbst das Wasser in seiner obersten Schicht sehr kalt wird, so sinkt es nach unten und kühlt dabei die übrigen Wasserschichten ab. Jede neue Wasserschicht, die jetzt nach oben kommt, thut dasselbe und so zieht sich denn die Kälte durch die ganze Wassermasse.

Geht nun aber die Erkaltung durch die Luft noch weiter vor sich, so macht die ganze Bewegung im Wasser plötzlich Halt. Die oberste Wasserschicht, sobald sie sich soweit abgekühlt hat, daß sie nur noch etwa vier Grad Wärme hat, zieht sich beim weitern Erkalten nicht mehr zusammen, sondern sie dehnt sich im Gegentheil aus, und um so mehr aus, je kälter sie wird. Da sie bei der Ausdehnung leichter wird, so schwimmt die sehr kalte Wasserschicht obenauf, und wenn sie endlich alle Wärme verloren oder wie man sich wissenschaftlich ausdrückt, auf Null Grad gesunken ist, wobei das Wasser friert, geschieht im Augenblick des Starrwerdens, im Augenblick, wo sich das flüssige Wasser in hartes Eis verwandelt, eine so bedeutende Ausdehnung, daß das Eis um vieles leichter wird als Wasser und deshalb stets auf dem Wasser schwimmt.

Daher rührt es, daß alle Gewässer von oben nach unten hin einfrieren; ja daß sich im Moment des Einfrierens ein ganz eigner Zustand der Wasserschichten herstellt. Früher, bevor die Erkaltung bedeutend war, haben wir gesehen, daß das kältere Wasser unten, das wärmere oben schwimmt; jetzt stellt sich gerade bei nicht sehr tiefen

Gewässern das Gegentheil heraus. Das etwa am Boden ruhende vier Grad warme Wasser ist schwerer als das über ihm schwimmende drei Grad kalte. Die über diesem stehende Schicht, die nur zwei Grad Wärme hat, ist wiederum leichter als die untere und verbleibt auf derselben schwimmend an ihrem Orte. Die auf dieser ruhende Schicht, die noch kälter, die also etwa nur noch einen Grad Wärme besitzt, ist gerade durch dieses stärkere Erkalten noch weiter ausgedehnt und also leichter geworden, sie erhält sich also ganz nahe der Oberfläche. Endlich die oberste Schicht, die gar keinen Wärme-Grad besitzt, also schon zu Eis erstarrt, ist die leichteste und bildet, indem sie erstarrt, eine Decke über den untern Gewässern. — Während also im Anfang des Herbstes das kälteste Wasser zu Boden sinkt und das wärmere stets an der Oberfläche ist, stellt sich im Winter gerade das Gegentheil heraus: das kältere Wasser schwimmt oben und das wärmere bleibt unten.

Man sollte nun glauben, daß jetzt die Bewegung, diese Wanderung der Wasserschichten von oben nach unten und von unten nach oben aufhört und mindestens den Winter über ruht; allein das ist wiederum nicht der Fall, sondern es geht in jedem nur einigermaßen tiefen Gewässer jetzt erst recht ein eigenthümliches unsichtbares Wandern vor sich; und dies wird durch zwei Umstände bewirkt.

So wie sich nämlich die Eisdecke über einem Gewässer bildet, so hat das darunter liegende Wasser gerade im Eise eine Art Schutz gegen die weitere Abkühlung durch die Luft. Eis nimmt zwar beim Schmelzen eine starke Portion Wärme in sich auf; aber so lange es nicht schmilzt, bildet es eine ganz erträgliche Schutzmauer vor der weitern Abkühlung. In einer Hütte aus Eis und Schnee wohnt es sich in den Ländern an den Polen der

Erde, wo die Luft oft auf 40 Grad Kälte sinkt, ganz gemüthlich. Zwar kann es in solchem Eis-Palast niemals einen Grad Wärme geben, weil sonst die Wände inwendig zu schmelzen anfingen; aber wir wissen ja aus Erfahrung, daß wir uns im Frostwetter bei zwei, drei Grad Kälte ganz wohl befinden, wenn wir nur warm gekleidet sind und den Leib gut durch Nahrung eingeheizt haben. Die Eiswände verhindern das Ausströmen der Wärme, und ganz dasselbe ist mit der Eisdecke der Fall, die sich über einem Gewässer bildet. Die Schicht Wasser, die unter dem Eise ist, wird von der sehr kalten Luft, die über das Eis dahin zieht, sehr wenig abgekühlt. Freilich, so lange die Eisschicht dünn ist, bildet sie nur einen schwachen Schutz gegen die weitere Abkühlung und bei sehr starkem Frost erstarrt auch die unter dem Eise nächste Wasserschicht. Das Eis wird dicker; aber je dicker es wird, desto weniger vermag die Kälte dem Wasser darunter was anzuhaben, so daß gerade Gewässer, welche eine sehr starke Eisdecke über sich tragen, darunter ganz lustig und gemüthlich fließen können.

Die Eisdecke also ist der eine Umstand, durch welchen ein bedeutend weiteres Erstarren des Wassers verhindert wird. Zu diesem Umstand kommt aber noch ein zweiter, der das Wasser in einer gewissen Wärme erhält und der, wie wir sehen werden, eine eigenthümliche Wanderung desselben, eine Art Winterwanderung von der Höhe zur Tiefe und von der Tiefe zur Höhe zur Folge hat.

Der zweite Umstand ist nämlich der, daß alle Gewässer von unterirdischen Quellen gespeist werden, welche, weil sie aus der Tiefe der Erde kommen, eine gewisse Wärme besitzen. Kommen sie aus bedeutender Tiefe, so können die Quellen sogar sehr heiß sein, aber selbst in den

gewöhnlichen Wassern ist die Quelle meisthin acht Grad warm.

Daher kommt es, daß man im Sommer beim Baden in Teichen die Stelle, wo die Quelle einströmt, meidet, weil bei acht Grad Wärme dem Badenden sehr empfindlich kalt ist im Verhältniß gegen den ganzen Teich, dessen Wasser im Sommer an 15 bis 18 Grad Wärme besitzt. Aber gerade diese Stelle, die der Badende meidet, weil sie ihm kalt vorkommt, friert im Herbst nicht zu, und bildet selbst im Winter oft die schwache Eisstelle, die man beim Schlittschuhlaufen meiden muß. Die Quelle, die für den Sommer zu kalt ist, ist mit ihren acht Grad Wärme für den Winter zu warm.

Welche Revolutionen aber diese Quellen in den zugefrorenen Gewässern hervorbringen und welche Wanderungen sie in denselben veranlassen, läßt sich leicht nachweisen.

XIV. Die Revolutionen der Gewässer unter der Eisdecke.

Denken wir uns einen tiefen Teich im Winter, dessen Oberfläche zugefroren und an dessen Boden sich eine Quelle befindet, die wie gewöhnlich ein acht Grad warmes Wasser aus dem Innern der Erde aussendet, so wird sich in Bezug auf die Lagerung der Wasserschichten eine ganz eigenthümliche Ordnung herstellen.

Wir wissen bereits, daß Wasser von circa vier Grad Wärme am dichtesten, also am schwersten ist; wird es wärmer, so wird es leichter, und wird es kälter als vier Grad, so wird es ebenfalls leichter. Es stellt sich auch

in der That so heraus, daß Wasser von drei Grad Wärme ebenso leicht ist wie Wasser von fünf Grad Wärme; Wasser von zwei Grad Wärme ist so leicht wie Wasser von sechs Grad. Wasser, das nur einen Grad Wärme besitzt, ist so leicht wie Wasser von sieben Grad Wärme, und Wasser, welches den letzten Grad Wärme verliert, hat vor dem Moment des Erstarrens zu Eis ungefähr dasselbe Gewicht wie Wasser von acht Grad Wärme.

Bei unserm Teich also wird sowol die Wärme wie die Kälte die Wasserschichten ordnen wollen und zwar nach einem gleichen Prinzip, aber in ganz entgegengesetztem Sinn. Die Kälte wirkt von oben durch das Eis und die Wärme von unten durch die Quelle auf die Wassermasse. Beide machen sich d'ran, die Wasserschichten zu ordnen. Daß das schwerste Wasser nach unten kommen muß und das leichtere d'rüber, darin stimmen beide überein; und daß das Wasser von vier Grad Wärme am schwersten ist und dieses also auf den Boden des Teiches geschichtet werden muß, wird einstimmig angenommen. Nun aber fragt es sich: was für Wasser soll auf dieser Schicht liegen? Die Wärme wird mit vollem Recht behaupten, daß Wasser von fünf Grad die zweite Schicht von unten einnehmen muß, und die Kälte wird mit demselben Recht beweisen, daß Wasser von drei Grad eben dieselbe Dichtigkeit besitzt, wie Wasser von fünf Grad und wird also in die zweite Schicht von unten Wasser von drei Grad Wärme ablagern, woselbst die Wärme Wasser von fünf Grad hinlagert. Es entsteht also in der zweiten Schicht eine Mischung und nehmen wir an, daß diese ganz gleich sei, so wird in derselben ebenso viel Wasser von drei wie von fünf Grad existiren; nun aber giebt in einer solchen Mischung immer der wärmere Theil dem kältern Wärme

ab, bis sie sich ausgleichen und somit würde in der zweiten Schicht ebenfalls Wasser von vier Grad Wärme entstehen; aber dieses geschieht durch eine Mischung von zwei Wasserschichten, von denen die eine von oben, die andere von unten her kommt.

Bei der Bildung der dritten Schicht entsteht wieder derselbe Streit. So eigentlich lagert die Kälte in diese Schicht das Wasser von zwei Grad und die Wärme das gerade ebenso leichte Wasser von sechs Grad; es findet also wieder eine Mischung und Ausgleichung statt und es entstände also hier wiederum eine Doppelschicht von vier Grad warmen Wassers.

Ein Gleiches findet nun bei der vierten Schicht von unten an gezählt statt. Hier mischt sich das Wasser von einem Grad Wärme mit dem ebenso leichten Wasser von sieben Grad Wärme und bildet ebenfalls eine Doppelschicht von vier Grad.

Endlich geschieht selbst bei der obersten Schicht, die dem Gefrieren nahe ist, eine gleiche Mischung, denn Wasser von acht Grad ist netto ebenso leicht wie Wasser, welches dem Gefrieren nahe ist, und diese beiden Wasser würden wiederum eine Mischung und eine Doppelschicht bilden, welche zusammen vier Grad Wärme besitzt.

Ginge all' das so glatt weg vor sich in dem Teich, wie wir dies hier schildern, so würde dies auch schon eine gewaltige Revolution des Wassers vor sich bringen, das unterst zu oberst kehrt. Diese Mischung zweier Schichten, von denen die eine von oben, die andere von unten her geleitet wird, würde allein schon ausreichen, ein Steigen und Sinken der Schichten hervorzurufen, zu welchem unermeßliche Kräfte nöthig wären, wenn man es künstlich erzeugen wollte. Die Sachen gehen aber in der Natur

nicht so glattweg und so gleichmäßig vor sich, sondern sind ewigen Veränderungen ausgesetzt.

Schon während sich die zweite Schicht von vier Grad Wärme bildet, strömt von der Quelle her Wasser von acht Grad Wärme in die unterste Schicht hinein, die vier Grad besitzt; in der Mischung entsteht also schon hier Wasser von sechs Grad Wärme. Da dies leichter als das oben sich bildende, so drängt sich diese Wasserschicht schon nach oben, bevor noch eine obere Wasserschicht sich in Wirklichkeit in's Gleichgewicht gesetzt hat. Desgleichen wirkt eine Störung des von uns vorausgesetzten gleichmäßigen Vorganges und der Mischung von der Eisschicht her, welche niemals unter sich Wasser von auch nur einem Grad Wärme duldet, sondern stets dem Wasser so viel Wärme entzieht, daß immer nur eiskaltes Wasser mit dem Eise in Berührung bleibt. Das Gleichgewicht also, das wir uns so hübsch ausgemalt, wo alle Schichten vier Grad Wärme haben, wird von unten und oben fortwährend gestört. Die Umwälzung der Schichten untereinander, ihre Lagerung muß sich fort und fort erneuen. Das Steigen, Fallen, Mischen, Verdrängen, Abkühlen und Erwärmen der Schichten von der Tiefe zur Höhe und von der Höhe zur Tiefe geht also im Winter, wo das Eis eine Decke bildet, erst recht lebendig vor sich und es stellt sich die Wanderung der Gewässer dann, wenn sie uns starr erscheinen, erst recht her.

XV. Was im Frühjahr in den Gewässern vorgeht.

Dieses ewige Mischen und Wandern der Gewässer im Winter bringt es zu Wege, daß auch ausreichend Luft

hinabbringt in's Wasser und das Leben der Wasserthiere möglich macht. Theilweise erhält die unter dem Eise liegende Wasserschicht etwas Luft durch die Eisdecke hindurch, da Eis an sich nicht völlig luftdicht ist; theilweise aber strömt mit der Quelle auf dem Grunde des Wassers Luft in dasselbe ein, welches in allen Quellwassern enthalten ist, trotzdem dasselbe durch die Erde wandert.

Nur in solchen Teichen, die spärlichen Zufluß von Quellen haben, schlagen die Fischer, durch Erfahrungen belehrt, Löcher in das Eis, um an diesen Stellen das Wasser mit Luft zu sättigen und auch die Netze in der Nähe auszulegen, weil die Fische sich in der Nähe dieser Löcher aufhalten, wo die Luft reichlicher vorhanden ist.

Man sollte nun glauben, daß, indem die Kälte der Luft solche Umwälzung in den Gewässern hervorruft, die Wärme der Luft die Bewegung der Gewässer hemme und also im Frühjahr und Sommer weder ein Steigen noch ein Sinken der Gewässer in der Tiefe vorhanden sei; dem ist aber keineswegs so. Der Wanderungen und Wandelungen in der Natur ist kein Ende.

Im Frühjahr strömen und fließen alle unterirdischen und oberirdischen Quellen lebhafter und schon die bloße Strömung verursacht eine Mischung und ein Durchdringen aller Wasserschichten unter einander; aber auch abgesehen hiervon ist die Wärme der Luft nicht minder eine Ursache der Bewegung der Gewässer von der Tiefe zur Höhe und umgekehrt, als die Kälte.

Nehmen wir an, wir hätten einen Teich vor uns, dessen Eisdecke etwa durch die wärmer gewordene Frühlingsluft im Schmelzen begriffen ist. In diesem Zustand findet eine ganz eigenthümliche Erscheinung statt. Das Schmelzgeschäft verbraucht nämlich außerordentlich viel

Wärme, wovon man sich durch einen Versuch sehr gut überzeugen kann. Stellt man nämlich ein Glas mit einem Pfund Eis in eine heiße Ofenröhre und daneben ein Glas mit einem Pfund eiskalten Wassers, also von Null Grad Wärme, so zeigt sich ein außerordentlicher Unterschied in den beiden Gläsern. Im Moment, wo man sie in die Röhre hineinstellt, sind beide gleich kalt. Ein Thermometer, das man in die Gläser bringt, stellt sich in beiden Gläsern gerade auf den Gefrierpunkt. Läßt man sie aber eine Weile in der Röhre stehen, so zeigt sich, daß das eiskalte Wasser immer wärmer und wärmer wird, während das Eis im andern Glase zwar schmilzt, aber das abgeschmolzene Wasser nicht die Spur von Wärme aufnimmt, so lange noch ein Stückchen Eis darin ungeschmolzen ist. Läßt man beide Gläser so lange stehen, bis alles Eis geschmolzen ist, so findet man, daß aus dem Eis trotz der Wärme der Röhre nur eiskaltes Wasser, während das eiskalte Wasser im andern Glase inzwischen brühend heiß geworden ist. —

Nimmt man ein Pfund siebzig Grad heißen Wassers und legt ein Pfund Eis hinein von Null Grad Wärme, so sollte man glauben, daß mon nach dem Schmelzen zwei Pfund Wasser von etwa 35 Grad Wärme hätte; das ist aber nicht der Fall, man erhält zwei Pfund eiskaltes Wasser.

Aus diesen Versuchen geht hervor, was auch anderweitig bestätigt wird, daß beim Schmelzen eines Pfundes Eis so viel Wärme verschluckt wird, daß man damit ein Pfund Wasser hätte bis zu siebzig Grad erwärmen können.

Dasselbe was bei unsern Versuchen der Fall ist, findet auch beim Schmelzen der Eisdecke unseres Teiches statt. Das Schmelzgeschäft gebraucht eine enorme Masse

von Wärme. Diese Wärme kommt freilich von oben her durch die warme Frühlingsluft; aber wenn erst das Eis im Schmelzen ist, entzieht es dem Wasser unten eine außerordentliche Portion Wärme, soviel es deren nur besitzt. — Es läßt sich nun leicht einsehen, daß zunächst das in der Nähe des Eises befindliche Wasser herhalten muß, daß also die obern Schichten zuerst bedeutend abgekühlt werden. Dadurch stellt sich in einiger Entfernung vom Eise eine Wasserschicht her, die nur noch vier Grad Wärme besitzt; sowie dieser Moment eintritt, wird diese Wasserschicht schwerer als die untere und wärmere; sie sinkt also zu Boden und läßt die wärmere aufsteigen. Das fortgesetzte Schmelzgeschäft entzieht nun diesen neu aufsteigenden Schichten wieder so lange Wärme, bis sie nur noch vier Grad haben und nun auch zu sinken anfangen, und dies geht so lange fort und wiederholt sich immer zu, bis alles Eis geschmolzen ist, und bringt es zu Wege, daß gerade die Wärme der Frühlingsluft die Ursache einer neuen Abkühlung der obern Wasserschichten ist und ein Steigen und Sinken in den Gewässern stattfindet, das alle Schichten des Wassers durchwühlt und so eine Mischung veranstaltet, welche, wenn sie künstlich hätte hergestellt werden sollen, alle menschlichen Kräfte sammt deren mechanischen Mitteln übersteigen würde.

XVI. Wie es im Sommer mit den Gewässern ist.

Man sollte meinen, daß wenn es im Herbst, im Winter und im Frühling stets die von oben wirkende Kälte im Verein mit der von unten her wirkenden Wärme ist,

welche die Bewegungen in einem Gewässer verursacht, daß dann im Sommer, wo die Wärme von oben kommt und es in der Tiefe kälter ist, ein Stillstand in der Bewegung der Gewässer nach auf- und abwärts eintreten müßte. Das ist aber ein Irrthum.

Die Bewegungen der Gewässer im Sommer sind in auf- und abwärtssteigender Richtung sehr bedeutend und dies wird wiederum durch zwei Umstände bewerkstelligt, die wir in Betracht ziehen müssen, da sie aus bedeutenden wichtigen Naturgesetzen entspringen.

Im Sommer ist es das Sonnenlicht, welches die Wärme erzeugt. Allein man muß nicht glauben, daß die Wärme von der Sonne her wie ein Strom herabkommt, sondern man muß den Hauptgedanken festhalten, daß die Wärme erst an den Dingen erzeugt wird, welche von der Sonne beschienen sind. Käme die Wärme wie eine Art Strom, so müßte die Luft in der Höhe noch stärker durchwärmt werden als die Erde; das aber ist bekanntlich nicht der Fall. Die Luft in der Höhe ist, trotzdem sie von dem Licht der Sonne beleuchtet wird, so eiskalt, daß oft mitten im Sommer Eiskörner als Hagel herabfallen. Die feinen lichten Wölkchen, die oft im Sommer den Himmel leicht überziehen, und die, wenn sie vom Winde ein wenig verdichtet werden, die angenehmen „Schäfchen" am Himmel bilden, sind den neuesten Forschungen nach wirklich feine Eiswölkchen, die in sehr bedeutender Höhe umherschweben. Hieraus und aus einer ganzen Reihe anderer Erscheinungen geht mit vollster Bestimmtheit hervor, daß die Sonnenstrahlen erst an der Stelle, wo sie auf einen Gegenstand fallen, Wärme in demselben erzeugen; und zwar ist die Wärme um so stärker, je weniger diese Strahlen durch die Dinge hindurch gehen können.

Durch die Luft gehen die Sonnenstrahlen hindurch,

daher rufen sie in der Luft selber fast gar keine Erwärmung hervor. Wenn im Sommer die Luft heiß ist, so rührt es nicht davon her, daß die feinen Lufttheilchen direkt von der Sonne erwärmt werden, sondern nur daher, daß die Luft den heißen Erdboden berührt und sich an diesem erwärmt. Man kann als allgemeine Regel annehmen, daß die Wärme dort am größten ist, wo die Sonnenstrahlen auf ein Hinderniß in ihrer Fortbewegung treffen; wo sie ohne wesentliches Hinderniß durchgehen, da erzeugen sie auch keine bedeutende Erwärmung.

Man kann im Sommer ein Zimmer, wo die Sonne hineinscheint, nicht dadurch vor Hitze hüten, daß man die Fenster zumacht. Das durchsichtige Glas läßt die Sonnenstrahlen fast vollständig durch und diese erwärmen das Zimmer oft in sehr lästigem Maße; macht man indessen die Laden zu, so dringen die Strahlen nicht durch; die Laden werden heiß, aber das Zimmer bleibt kühl. —

Nun weiß es Jedermann, daß Sonnenstrahlen auch fast vollständig durch Wasser hindurchgehen. Das Wasser hat also in dieser Beziehung Aehnlichkeit mit der Luft. Das Wasser selbst wird durch die Sonnenstrahlen wenig erwärmt, aber die durchgehenden Sonnenstrahlen durchwärmen den Boden der Gewässer. Ebenso wie die Luft nicht direkt von oben her von der Sonne, sondern von unten her von dem erwärmenden Erdboden durchwärmt wird, ebenso werden Gewässer, durch welche die Sonnenstrahlen hindurchgehen, von unten vom Boden her, wo die Sonnenstrahlen aufgefangen werden, erwärmt.

Nur wenn das Wasser viele Erdtheilchen, Lehm oder sonst undurchsichtigen Schlamm mit sich führt, nur dann, wo es undurchsichtig ist, erwärmt es sich stärker, und deshalb ist klares reines Wasser im Sommer auch stets am kühlsten.

Zu diesem Umstand kommt noch ein zweiter, der ebenfalls zur Auf- und Abwärts-Bewegung der Gewässer im Sommer beiträgt, und das ist die Verdampfung des Wassers an der Oberfläche und die dadurch erzeugte Abkühlung.

Wenn man sich den einen Finger mit Wasser und den andern mit Oel naß macht und beide in die Luft hält, so merkt man, daß der mit Wasser benetzte Finger kalt wird, der mit Oel benetzte warm bleibt, obgleich das Wasser und das Oel an sich früher gleiche Wärme hatten. Es rührt dies daher, daß Wasser in der Luft verdampft, Oel aber nicht. Die Luft nimmt das Wasser mit sich fort und zwar verwandelt sich das Wasser hierbei in luftförmiges Wassergas. Indem aber tropfbares Wasser hier luftartig wird, entzieht es dem Finger Wärme oder einfacher: es macht ihn kälter.

Ganz so ergeht es im Sommer der Oberfläche der Gewässer. Die wärmere Sommerluft streicht darüber hin und nimmt Wassertheilchen in Luftform mit sich; bei dieser Verwandlung des Wassers in Luft entsteht in der nächstobersten Wasserschicht eine Abkühlung, so daß gerade die warme Luft eine Erkaltung des Wassers von oben zu Wege bringt.

Unten also erwärmt der durch das Wasser gehende Sonnenstrahl den Boden und somit auch die unterste Wasserschicht; oben entzieht die Verdunstung des Wassers der nächst obersten Schicht Wärme und macht es kalt. Unten also wird wieder das Wasser leichter und oben wird es schwerer und somit steigt es wieder von unten nach oben und sinkt von oben nach unten, und die Wasserwanderung geht auch im Sommer vor sich.

XVII. Die wichtige Bedeutung der Wasserwanderungen.

Wir haben nunmehr die Wanderungen der Gewässer kennen gelernt, die sich dem gewöhnlichen Menschenblick entziehen, die aber in ihren Folgen von so großer Bedeutung und in ihren Kräften von so ungeheurer Ausdehnung sind, daß wir sie zu den großartigsten Wandelungen und Wanderungen der Natur zählen müssen.

Daß die Wasserthiere nur ihr Leben durch die Bewegungen erhalten, die ihnen Luft zuführen, ist klar; aber dieses ist der geringere Vortheil, den sie bieten; denn ein weit größerer und bedeutungsvollerer liegt darin, daß diese ewige Mischung der Gewässer ihre Fäulniß und die Verpestung der Erde verhindert. Ohne dieses ewige Mischen und Umwühlen würden alle Pflanzenstoffe und Thierstoffe, welche sich sowol im Wasser vorfinden, wie durch Quellen, Regengüsse und Ströme mitgeführt werden, sich an den tiefern Stellen ansammeln. Hier würden sie übereinander gelagert, jene chemische Wärme entwickeln, welche frisch eingestampftes Heu in Brand gerathen läßt. In dieser chemischen Wärme würde ihre Fäulniß auf das ganze Wasser wirken, und namentlich in warmen Sommerzeiten eine Verpestung des Wassers und der Luft hervorrufen, welche alles Leben auf der Erde unmöglich machen würde.

Der Zustand, wie er jetzt ist, verhindert dies.

Die Bewegungen des Wassers von der Tiefe zur Oberfläche und von der Oberfläche zur Tiefe vertheilen die Reste der Thierstoffe und Pflanzenstoffe, die im Wasser sind, so vollständig, daß sie nirgend Ablagerungen bilden und chemische Verwandlungen möglich machen können. Zu jedem chemischen Vorgang ist eine gewisse

Ruhe der Masse nöthig und hauptsächlich wird die Gährung, diese erste Stufe der chemischen Zersetzung, unmöglich, wenn der chemische Stoff nicht ruhig gelassen wird. Jede Hausfrau weiß es, daß der eingerührte Teig ihres Kuchens nicht aufgeht trotz der Bärme, die sie zugesetzt hat, sobald man die Masse rüttelt und schüttelt. Es geht fast mit allen Zersetzungen, Gährungen und Fäulnissen so. Kommt noch gar eine Vertheilung der Masse hinzu, wie dies im stets bewegten Wasser der Fall ist, so ist die Zersetzung noch mehr behindert. Daher ist die ewige Mischung und Durchwühlung der Gewässer aus der Tiefe zur Höhe und umgekehrt die Hauptursache, daß die Gewässer nicht faulen. Es wirken aber noch andere Ursachen mit, die das Wasser stets frisch erhalten, und diese sind folgende.

Unausgesetzt verdampft eine große Wassermasse von der Oberfläche der Gewässer und bei dieser Verdampfung geschieht ganz dasselbe, was man die Destillirung des Wassers nennt. Das heißt: es bleiben alle festen wie alle im Wasser aufgelösten Stoffe zurück und nur das wirklich reine Wasser steigt in Luftform in die Höhe, um sodann einmal als Regen, Schnee, Hagel u. s. w. zur Erde zurückzukehren. Dieses von der Höhe herabkommende Wasser ist das vorzüglichste destillirte Wasser, das es giebt und wäre statt des künstlich destillirten Wassers, das in jeder Apotheke verkauft wird, zu gebrauchen, wenn es nicht aus der Luft einige Gasarten, wie Kohlensäure, Ammoniak u. s. w. in sich aufnehmen würde. All' dies destillirte Wasser aber strömt fort und fort den Gewässern zu und mischt sich unausgesetzt dem vorräthigen Wasser bei, so daß durch dieses Hinzukommen des stets frisch gebildeten Wassers die Fäulniß des alten verhindert wird.

Da aber gleichzeitig stets neues Wasser aus der

Tiefe zur Oberfläche getragen wird, um daselbst destillirt zu werden, so gleichen alle Gewässer einer äußerst künstlich hergestellten Reinigungsanstalt des Wassers, wo fortwährende Destillation alten Wassers, fortwährendes Einströmen destillirten Wassers, fortwährendes Mischen des vorräthigen Wassers stattfindet, wodurch ein Verderbniß desselben verhindert wird.

Hierzu kommt noch ein zweiter Umstand, der nicht außer Acht gelassen werden darf.

Es giebt viele Salzarten, die sich im Wasser auflösen, viele Erdarten, die mit dem strömenden und quellenden Wasser den Gewässern zugeführt werden. Der sogenannte Wasserstein oder Kesselstein, die harte Kruste, welche sich an jeden Wasserkessel ansetzt, in welchem viel Wasser gekocht wird, besteht aus diesen, dem Wasser beigemischten harten Stoffen, die im Kessel zurückbleiben, wenn das Wasser in Dampf fortgeht. Nun aber wandert das Wasser, welches von den Bergen herabströmt und alle Gewässer tränkt, durch die Lücken und Risse der Erdrinde, wo solche Stoffe, solche Salze abgelagert sind; sie kommen also mit einem gewissen Salzgehalt, der freilich für die gewöhnliche Wahrnehmung unbemerkbar ist, in die großen Wasserbehälter der Erde, in die Meere, und da die meisten dieser Salze die Eigenschaft haben, die am Kochsalz bekannt ist, daß sie nämlich die Fäulniß verhindern, so muß man außer den obigen Ursachen auch diesen Umstand mit in Anschlag bringen, um es zu erklären, daß die Gewässer nicht in Fäulniß übergehen.

Daher rührt denn auch der salzige Geschmack des Meerwassers. Dieses nimmt alle sogenannten süßen Gewässer in seinem Schooße auf, welche nur geringe Spuren der Salze enthalten; aber bei der Verdampfung des Wassers an seiner Oberfläche giebt es ebenso viel völlig

reines destillirtes Wasser ab; es bleiben also die Salze in demselben zurück und sammeln sich in dem Maße an, daß sie das Meerwasser ungenießbar, aber auch äußerst geeignet machen, die Fäulniß zu verhindern.

XVIII. Die Bewegungen im Weltmeer.

Wir haben bisher nur die Bewegungen der Gewässer in Teichen und kleineren Wassersammlungen betrachtet, und schon diese von so hoher Bedeutung und Wichtigkeit gefunden. Werfen wir aber den Blick auf das Weltmeer, so steigert sich all' dies in so unendlichem Maße, daß es unser Staunen über dieses geordnete Wandern und Wandeln in weit höherem Grade herausfordert.

In einer kleinen Wasseransammlung, wie in einem Teich, einem Landsee ist der Vorgang leichter zu übersehen, im Meere jedoch treten Umstände hinzu, die diesen Vorgängen einen wesentlich andern Charakter geben.

Bei einem Teiche, einem Landsee herrscht jederzeit eine gleiche Witterung über der ganzen Oberfläche. Im Winter ist es auf der einen Seite des Teiches ebenso kalt, im Sommer auf der einen Seite ebenso warm wie auf der andern. Was auf einem Punkte im Teiche vorgeht, geht auf allen andern gleichfalls vor, und deshalb hatten wir nur Bewegungen der Gewässer von der Tiefe zur Höhe und von der Höhe zur Tiefe in Betracht zu ziehen.

Im Weltmeer jedoch ist es anders.

Die Erde, eine Kugel, welche neun Millionen Quadrat-Meilen Oberfläche hat, hat nur zwei und eine halbe Million solcher Meilen trockne Oberfläche; die übrigen

sechs ein halb Millionen Oberfläche sind vom Wasser bedeckt, und all' dies Wasser steht in einem ununterbrochenen Zusammenhang.

Nun aber herrscht zu einer und derselben Zeit über dieser ungeheuren Wasserkugel nicht ein und dasselbe Wetter. An den beiden Polen der Erde herrscht fast ununterbrochener Winter, in dem mittlern Gürtel der Erde, dem Aequator herrscht fast ununterbrochener Sommer, und zwischen diesen Weltgegenden ist abwechselnd bald auf der einen bald auf der andern Seite Winter oder Sommer.

Daß dies einen bedeutsamen Einfluß auf die Bewegungen des Wassers im Weltmeer haben muß und daß diese Bewegungen anderer Art sein müssen als in einem Teiche, läßt sich leicht einsehen; um aber eine klare Vorstellung des allgemeinen Zustandes zu haben, wollen wir uns eines Beispiels bedienen.

Denken wir uns ein Gefäß, z. B. eine Badewanne, so durch eine aufrechtstehende Wand in zwei Räume getheilt, daß man auf der einen Seite, z. B. dem Kopf-Ende, warmes Wasser, auf der andern Seite, dem Fuß-Ende, kaltes Wasser einfließen lassen kann, ohne daß diese Wasser sich mischen können. Stellen wir uns nun vor, daß man die Zwischenwand plötzlich fortnehme, so wird, wenn die Wasser gleich schwer wären, nur ein Austausch der Wärme und höchstens nur an der Stelle, wo die Wand stand, eine Mischung stattfinden. Nun aber ist kaltes Wasser schwerer als warmes; der Druck, den das kalte Wasser nach unten ausübt, ist also größer als der des warmen Wassers; am Boden der Wanne also, wo der Druck am bedeutendsten ist, wird das kalte Wasser wie ein Keil eindringen in den Raum, wo das warme Wasser ist.

Hierdurch aber sinkt das kalte Wasser am Fuß-Ende

der Wanne, während das warme Wasser am Kopf=Ende steigt, und das bringt es zu Wege, daß sich auf der Oberfläche das warme Wasser keilartig über das kalte ergießt.

Indem jedoch dieser Zustand auf der ganzen Fläche stattfindet, wo früher die Wand gestanden, so läßt sich leicht einsehen, daß die ganze Masse des kalten Wassers wie ein großer Keil sich unter das warme, und die ganze Masse des warmen Wassers wie ein entgegenstehender Keil sich über das kalte schieben wird. In dieser schiefen Lage aber können diese zwei Wasserschichten nicht verharren; das kalte Wasser wird sich immer weiter nach unten, das warme immer weiter nach oben begeben, bis sie zwei glatte über einander gelagerte Schichten bilden, von denen die untere kaltes, die obere warmes Wasser enthält.

Selbst in den gewöhnlichen Badewannen, wo man aus einem Hahn kaltes und einem zweiten warmes Wasser einfließen läßt, stellt sich, trotz der Mischung, welche das gleichzeitige Einströmen der Wasser veranlaßt, ein ähnlicher Zustand her und die Badediener handeln ganz richtig, wenn sie, nachdem die Badewanne hinreichend gefüllt ist, tüchtig umrühren, um die Mischung zu vollenden und statt eines Bades, wo unten kaltes und oben warmes Wasser steht, ein lauwarmes Bad herzustellen.

Das große Weltmeer ist auf jeder Seite der Halbkugel der Erde einer solchen Badewanne sehr ähnlich. In der heißen Weltgegend enthält diese gewaltige Badewanne sehr warmes Wasser; an dem Pol, wo der Winter herrscht, ist das Wasser kalt; zwischen ihnen jedoch steht keine Wand, welche sie trennt, und ist keine Hand, welche sie durch einander rührt; aber obgleich diese Badewanne mehr als tausend Meilen lang ist, geht doch in ihr das

vor, was wir in der kleinen Wanne gesehen haben, und was wir nun etwas näher werden betrachten können.

XIX. Das Weltmeer auf Reisen.

Das kalte Wasser an jedem Pol der Erde ist schwerer als das warme in heißen Weltgegenden; hierdurch entsteht, ganz wie bei der Badewanne, die wir als Beispiel vorgeführt haben, ein in der Tiefe der Gewässer vor sich gehendes Drängen des kalten Wassers gegen das warme, so daß in der Tiefe der Meere ein Strömen vom kalten Pol nach der heißen Mittellinie stattfindet. Das leichtere warme Wasser ergießt sich aber deshalb auf der Oberfläche von der heißen Weltgegend nach der kalten hin, so daß zwei Wasserströmungen im Meere entstehen, die entgegengesetzte Richtung haben. Unten begiebt sich das Wasser vom Pol nach dem Aequator hin; oben fließt das Wasser vom Aequator zum Pol.

Würde nicht ein neues Erkalten des Wassers am Pol und ein neues Erwärmen des Wassers am Aequator statthaben, so müßte sich bald im Weltmeer derselbe Zustand herstellen, den wir in der Badewanne beobachtet haben. Das kalte Wasser würde in Ruhe kommen, sobald es auf der ganzen Erde die unterste Schicht eingenommen, und das warme würde sich auf demselben in Ruhe lagern, sobald es die ganze Wasserfläche überspült hat. Allein die fortdauernde Kälte an den Polen und fortdauernde Erwärmung am Aequator läßt dem Wasser niemals Ruhe. Das nach den Polgegenden kommende wärmere Wasser kühlt sich dort so weit ab, daß es die bedeutendste mögliche Schwere, die von 4 Grad annimmt. Es sinkt als die schwerste wieder nach unten und verdrängt am

Boden des Meeres jede warme Wasserschicht. Das kältere Wasser, das von unten her an den Aequator gelangt, erwärmt sich hier, steigt nach oben und wird wieder nach dem Pol getrieben. So stellt sich denn ein Kreislauf her, wo jedes Wassertheilchen ewig vom Aequator zum Pol und vom Pol wieder zum Aequator getrieben, und eine Reise zu machen genöthigt wird, die hin und zurück auf dem geradesten Wege an zweitausend Meilen beträgt.

Von welcher hohen Bedeutung dieses Kreisen des Wassers im Weltmeer ist, werden wir später noch hervorheben; für jetzt wollen wir nur das eine sagen, daß jedes Wassertheilchen circa zwei Jahre braucht, um die Reise zu vollenden und wollen es der Phantasie unserer Leser überlassen, es auszurechnen, wie viele Maschinen von 100 Pferde-Kräften wol nöthig wären, wenn wir auf künstlichem Wege einen solchen Kreislauf des Wassers bewerkstelligen wollten. Als Andeutung für diese Ausrechnung wollen wir nur sagen, daß die Maschinen so eingerichtet sein müßten, daß sie am Aequator der Erde aufgestellt im Stande wären, ein Pumpwerk zu treiben, welches im Stande ist, tagtäglich an 8300 Kubik-Meilen Wasser zu heben und in Röhren nach den Polen hinfließen zu lassen. —

In diesem Kreislauf des Weltmeeres, zu welchem die Natur nicht eine einzige Dampfmaschine verwendet, gleicht die Bewegung des Wassers ganz der Bewegung der Luftmasse, welche sich über der Erdkugel befindet. Auch die Luft macht dieselbe Bewegung. Am Aequator steigt die erwärmte leichtere Luft nach oben und die kältere Luft strömt von den Polen her nach dem Aequator. Hochoben in der Luft jedoch strömt die aufgestiegene Luft wieder zu den Polen hin und stellt einen Kreislauf her, der die Hauptursache des Windes ist, welcher unausgesetzt seine

Bahnen wandert und unendliche Wandelungen in der Natur bewerkstelligt. Das Wasser der Weltmeere macht eine ganz gleiche Reise wie das gewaltige Luftmeer, das die Erde umgiebt. Die untere Schicht des Wassers und die untere Schicht der Luft ziehen von den Polen nach dem Aequator; die obere Schicht des Wassers und die obere Schicht der Luft machen die Rückreise vom Aequator zum Pol. Man könnte sie also mit zwei Passagieren vergleichen, die eine gleiche Reise machen und die sich also ganz gut vertragen sollten; allein trotz dieser gleichen Reise treffen die zwei Passagiere durch einen ganz natürlichen Umstand sehr heftig aufeinander.

Die obere Schicht des Wassers macht zwar eine ganz gleiche Reise mit der obern Schicht der Luft; allein diese zwei Passagiere kommen nicht in Berührung mit einander; es ist vielmehr die untere Luftschicht, welche mit der obern Wasserschicht in Berührung steht. Diese untere kalte Schicht der Luft, die vom Pol zum Aequator geht, streift über die obere wärmere Wasserschicht hin, die vom Aequator zum Pol wandert. Luft und Wasser sind also dort, wo sie sich berühren, gerade auf entgegengesetzten Wegen begriffen und machen einander, wie wir bald sehen werden, gar nicht wenig zu schaffen; denn ihr Begegnen ist feindlich und äußert sich sowol in Störung der Luftströmung, in Kämpfen der Winde, wie in Störung des Gleichgewichts des Wassers in gewaltigem Wellenschlage, der selbst dort herrscht, wo die von ganz andern Ursachen herrührende Ebbe und Flut keinen Einfluß ausüben.

XX. Ein bischen Anarchie.

Macht schon das warme Wasser, das auf der Oberfläche des Weltmeeres vom Aequator zum Pol reist, einen

natürlichen Rumor beim Zusammentreffen mit der untern Luftschicht, die gerade auf der entgegengesetzten Reise, nämlich vom Pol zum Aequator begriffen ist, so läßt es sich sehr leicht einsehen, daß im Wasser selber in gewissen Tiefen ein wenig Anarchie herrschen muß.

Die untere kalte Wasserschicht geht nach der wärmern Weltgegend, die obere wärmere Schicht fließt nach der kälteren Weltgegend. Wären nun diese Schichten hübsch getrennt, so würde das ganz prächtig abgehen; allein das ist bekanntlich nicht der Fall. Sie haben vielmehr zwischen sich eine mittlere Wasserschicht, die von oben her nach der kalten, wie sie von unten her nach der warmen Weltgegend mitgezogen wird. Es geht dieser Wasserschicht wie Allen, die sich in der Mitte zwischen zwei entgegengesetzten Parteien befinden. Sie bilden sich ein, Beiden zu widerstehen und werden zugleich von Beiden getrieben. Und so entsteht in den Mittelschichten ein Wirbeln des Wassers, das im vollen Sinn des Wortes unterst zu oberst kehrt. — Es gehört nur ein wenig Vorstellungskraft dazu, um sich von diesen Wirbeln in der mittlern Wasserschicht des Weltmeeres einen richtigen Begriff zu machen. Man kann sich nämlich denken, daß es ihr wie einem Mühlrad geht, das von unten her nach der einen, von oben her nach der andern Richtung getrieben wird, das also von einer Seite steigen, von der andern sinken muß und so eine Drehung vollendet, bei welcher sich das Rad selber nicht von der Stelle bewegt. Das Wirbeln der mittlern Wasserschicht ist dieser Bewegung ähnlich; aber sie macht eine Wirthschaft im Weltmeer, die nicht wenig zu der ewigen Unruhe beiträgt, in welcher sich diese ungeheure Wassermasse befindet, und die eine Hauptursache ist, daß die Wassertheilchen, welche weder warm noch kalt sind, sondern die mittlere Wärme besitzen, die sie ruhig am

Orte lassen würde, wo sie sich befinden, erst recht nicht ruhen können, sondern in einem fort einen Tanz machen müssen, der sie nach allen Weltgegenden wirbelnd treibt.

Bringt dieses Wirbeln schon ein wenig Anarchie in die Bewegungen des Meeres, so wird dieselbe noch von zwei sehr bedeutsamen Umständen in hohem Grade gesteigert.

Der eine ist, daß die Erde selber die Güte hat, sich alle vierundzwanzig Stunden um ihre Axe zu drehen; und das Wasser auf dieser Reise mitzunehmen. Bei dieser Umdrehung macht ein Punkt auf dem Aequator der Erde in einem Tage eine Reise von 5400 Meilen von Westen nach Osten, während ein Punkt in der Nähe der Pole einen bei weitem kleinern Lauf zu vollbringen hat. Das Wasser am Aequator also, das nun einmal in Schuß ist, um die 5400 Meilen von Westen nach Osten zu laufen, wird in seiner Wanderung nach dem Pol diese Neigung nach Westen beibehalten; es wird also ein wenig westlich gehen. Das Entgegengesetzte ist aber der Fall mit dem Wasser, das vom Pol zum Aequator fließt. Das Wasser am Pol ist ursprünglich äußerst langsam in seinem täglichen Umlauf. Diese Langsamkeit verbleibt ihm auch, wenn es seine Reise nach dem Aequator fortsetzt, wo die Drehung der Erde eine schnelle Bewegung hervorbringt. Diese Umstände nun bringen auch im Wasser eine Erscheinung hervor, welche sich in der Luft findet und dort die Passat-Winde verursacht. Sie rufen im Meere Passat-Ströme hervor, welche die regelmäßige Bewegung des Wassers nicht wenig hemmen und die Anarchie derselben in hohem Grade vermehren.

Der zweite Umstand, der hinzutritt, um die Anarchie zu vollenden, ist folgender.

Die Gewässer des Weltmeeres nehmen über 6 Mil-

lionen Quadratmeilen von der Erdoberfläche ein, und das ist eine ganz respektable Fläche; allein mehr als 2 Millionen Quadratmeilen dieser Oberfläche sind Land. Nun liegt das Land so, daß es den Meeresströmungen außerordentlich viele Hindernisse in den Weg stellt und dieselben nöthigt, in ganz eignen Zügen zu wandern, die es sonst nicht machen würde. Daß dies der Fall sein muß, läßt sich leicht begreifen, und wir werden die Folgen dieses Zustandes bald näher betrachten. Allein man darf hierbei auch nicht aus dem Auge lassen, daß es nicht das sichtbare trockne Land allein ist, welches die Meeresbewegungen abändert, sondern daß das feste Land, welches sich auf dem Grunde des Meeres befindet, das Meiste zu diesen Aenderungen beiträgt. Sollte das Meer in seinen Bewegungen ganz regelmäßig gehen, so müßte der Grund und Boden desselben ganz glatt und eben sein. Es sind auf dem Grund des Meeres ebenso Gebirge und Thäler von beträchtlicher Ausdehnung vorhanden wie auf dem Festland, und daß durch diese noch mehr Anarchie in den Bewegungen der Gewässer hervorgerufen wird als durch das über dem Wasser hervorragende trockne Festland, läßt sich leicht ermessen.

Gegenwärtig ist man außerordentlich dahinter, die Bewegungen der Gewässer des Meeres genau zu verfolgen. Wenn es gelingen sollte, diese ganz vollständig kennen und alle Störungen genau berechnen zu lernen, so wird man einmal im Stande sein, aus diesen Bewegungen mit großer Sicherheit die Gebirge und Thäler zu studiren, die auf dem Grund des Meeres existiren und unsere Enkel werden vielleicht Landkarten erhalten, wo das Land unter dem Wasser genauer angegeben ist als die Angaben der das Festland überragenden Gebirge, welche sich auf den Landkarten unserer Vorväter finden.

XXI. Meeresströmungen und Geistesströmungen.

Dieses ewige Umwühlen des Wassers, sein regelmäßiger Lauf von der warmen nach der kalten Weltgegend, sein Rücklauf in der Tiefe, wie endlich all' die Störungen dieses regelmäßigen Laufes durch die Umdrehung der Erde, durch die im Meeresboden befindlichen Gebirgszüge und das aus dem Wasser emporragende Festland, — all' das zusammen ist der Grund einer großen Reihe von Erscheinungen, die am Meere beobachtet werden.

Während alle Ströme schiffbar sind in einer Windstille, ist dies beim Meere eigentlich nicht der Fall. In den Strömen fließt das Wasser stromabwärts und trägt das Schiff mit fort; das Meer aber, das bereits die tiefsten Stellen der Erde überdeckt, hat naturgemäß keinen Abfluß nach unten; es strömt deshalb auch nicht; und Schiffe vermögen ohne Wind nicht von der Stelle zu kommen. Gleichwol aber sind schon seit alten Zeiten gewisse Strecken im Meere bekannt, wo das Wasser eine bedeutende Strömung hat, und wo Schiffe, wenn sie hineingerathen, ohne Wind, ja selbst gegen den Wind und oft gegen den Willen der Reisenden nach Weltgegenden in sehr wunderlichem Lauf geführt werden. Der berühmteste dieser Meeres-Ströme ist der Golfstrom, der von dort ausgehend, wo Nord- und Südamerika zusammenstoßen, auf wunderlichen Zügen bis an das europäische Festland vorüberstreift, dann an der Westküste von Afrika entlang fließt, um sodann wieder zurückzukehren nach der Gegend, wo wir ihn seinen Lauf beginnen sahen.

Ehedem konnte man sich diese Strömung des Wassers inmitten eines zwar von Wellen bewegten, aber nicht

nach einer bestimmten Richtung hin strömenden Weltmeeres nicht erklären; jetzt weiß man, daß die Wärme des Wassers in der heißen Weltgegend und dessen Kälte an den Polen die Ursache der Strömungen sind und findet in vielfachen Erscheinungen, die sich hierbei zeigen, die volle Bestätigung des Zustandes, den wir dargestellt haben.

Von diesen Erscheinungen sind folgende für unser Thema die wichtigsten, denn sie zeigen, in welchem Grade die Wanderungen des Wassers eine Wandelung des gesammten Zustandes zur Folge haben.

Mit dem warmen Wasser auf der Oberfläche des Meeres strömt unausgesetzt eine bedeutende Portion Wärme nach den kältern Weltgegenden; mit dem kalten Wasser der Pole, das in der Tiefe nach den heißen Himmelsstrichen wandert, wird wiederum eine bedeutende Abkühlung der heißen Länder herbeigeführt. Ganz Europa und namentlich der nördliche Theil desselben, der in's Weltmeer hineinragt, erhält hierdurch ein weit milderes Klima, als er von Natur haben würde, wenn nur die Sonne allein an Ort und Stelle die Erwärmung übernehmen sollte und namentlich würden die vom Meer umspülten Länder nicht in dem Maße bewohnbar und fruchtbar sein, wenn nicht das Wasser ein so mächtiges Transportmittel der Wärme wäre, die von der heißen Weltgegend hierher gelangt. Der wärmende Einfluß des Meerwassers ist so bedeutend, daß England, Schottland, Norwegen u. s. w. bei weitem größere Wärme haben, als es nach ihrer nördlichen Lage ihnen zukommt. London, Berlin und Wilna liegen so ziemlich gleichweit vom Nordpol entfernt. Gleichwol hat London, welches das Weltmeer in seiner Nähe hat, bei weitem mildere Winter als Berlin, das von dem Meer entfernt liegt, während dieses wieder gegen Wilna

im großen Vorzug ist, welches in weiterer Runde vom Festland umgeben ist.

Nun steht aber die Wohnlichkeit eines Landes in genauem Zusammenhang mit der Geschichte der menschlichen Zivilisation. In einem Lande, wo die Natur milder, kulturfähiger und ergiebiger ist, da lassen sich nicht nur die Menschen reichlicher nieder und richten sich wohnlicher und besser ein, sondern sie vermehren sich auch da stärker. Sie bilden dort früher Staaten und gesittete Gesellschaften. Sie nehmen mildere Sitten und Gewohnheiten an, und sind im Stande, die Genüsse des Lebens in Kunst und Wissenschaft zu suchen und den Menschengeist besser auszubilden.

Daher dürfen wir eine tiefere Bedeutung in den Folgen der Wasserströmungen suchen, als man gewöhnlich darin finden mag. Nicht nur Wärme strömt von heißen Ländern nach kalten Gegenden, sondern es kommen mit der Wärme auch alle Folgen des mildern Daseins dahin, und die Meeresströmungen sind in diesem Sinne betrachtet, nicht bloße Wasserwanderungen, sondern auch wesentliche G e i s t e s w a n d e l u n g e n. Sie gehören nicht nur in die Geschichte des Erdlebens, sondern spielen tief in die Geschichte des Menschen-, Völker- und Staatenlebens hinein.

XXII. Die Pflanzenwanderung.

Nicht allein die Wärme wird durch diese Wasserströmungen des Weltmeers gleichmäßiger vertheilt auf der Oberfläche der Erde; es ist auch die Strömung von der wichtigsten Bedeutung für Vertheilung der Pflanzen- und

Thierstoffe durch die Erde, wie endlich diese Wanderung der Gewässer mit hineingehört in die Geschichte der Wandelungen der ganzen Erde.

Die Geschichte der Verbreitung der Pflanzen auf der Erde ist eine der dunkelsten in der Naturwissenschaft. Naturgemäß ist die Entstehung jeder Pflanzengattung mit dem Boden, auf welchem sie wild wächst, in der engsten Beziehung. Jeder Boden und jedes Klima hat bestimmte Gattungen von Pflanzen, welche auf ihm am besten gedeihen und bei jeder Entdeckung eines neuen Erdtheils findet sich eine Pflanzenwelt vor, die ursprünglich nur dort entstanden ist und die erst künstlich in andere Welttheile übergeführt wird. —

Als Australien entdeckt ward, fand sich in diesem neuen Welttheil ein neues, von dem unsrigen sehr verschiedenes Pflanzenreich vor. Nur die schnelle Cultivirung dieses Landes durch Europäer ist der Grund, daß auch europäische Pflanzen dort hingelangt sind und jetzt eingebürgert werden. Würden die Menschen nicht eine gleichmäßigere Vertheilung der Pflanzengattungen auf der Erde vorgenommen haben, so würde jeder Himmelsstrich und jede Bodengattung eine besondere Pflanzenwelt aufweisen und ewig und unveränderlich in derselben verharren.

Dies aber entspricht dem Wesen und Leben der Natur nicht. Sie ist auch in dieser Beziehung auf Wanderungen und Wandelungen angewiesen und da sie nicht auf den Menschen und seine künstliche Hilfe wartet, so hat sie die Mittel zur Verbreitung und Ausgleichung der Pflanzenwelt in anderer Weise gefunden.

Die Meeresströmungen haben amerikanische Früchte und Samen längst, ehe Amerika entdeckt worden ist, nach dem Strande Europa's gebracht, und nicht minder die europäische

Pflanzenwelt in dem noch wilden Amerika eingebürgert. Die Pflanzenwelt bleibt hierdurch nicht am Orte ihrer natürlichen Entstehung; auch diese Welt wandert und in dieser Auswanderung und Ansiedelung an fremde Gestade verwandelt sich auch die Natur der Pflanzen zum Theil und erlangt eine Mannigfaltigkeit, die sie, wenn sie ewig an einer Scholle klebte, nicht haben würde.

Gegenwärtig hat freilich der Mensch je nach seinen Bedürfnissen und Wanderungen die Pflanzenwelt mit sich über die Erde geführt. Was ihm schmeckt, nennt er Cultur-Pflanze; was er nicht benutzt, ist ihm Unkraut. Hierdurch ist die Pflanzenwelt außerordentlich umgestaltet worden auf der ganzen von Menschen bewohnten Erde; und man merkt über diese künstliche, durch Menschen veränderte Heimat der Pflanzen nicht die natürliche, welche die Wasserströmungen bewerkstelligen; aber dennoch geht die natürliche Wanderung noch immer vor sich.

Die unwirthbaren Gegenden des nördlichen Eismeers, die Inseln an den Polen der Erde, wo naturgemäß die Pflanzenwelt nicht zu Hause ist, werden noch jetzt mit Treibholz versorgt, das die Meeresströmungen dort anschwemmen. Große Massen von Fichtenstämmen, von Tannen und andern Nadelhölzern, wie auch Stämme edler Holzarten und Farbehölzer, wie Gelbholz, Brasilienholz und Fernambukholz werden von steigenden überschwemmenden Flüssen aus dem Innern ferner Länder in's Meer geführt und von den Meeresströmungen ergriffen und fortgetragen nach jenen unwirthbaren Weltgegenden. Gegenwärtig nehmen die Bewohner der Eismeer-Inseln diese Wanderer in Empfang und sehen in ihnen einen Segen des Himmels, der ihnen Bau- und Brennholz zuführt, das bei ihnen nicht wächst. In manchen Jahren ist dort großer Ueberfluß daran, besonders auf Spitz-

bergen, Nowaja-Semlja und Island. Namentlich ist der isländische Boden ganz und gar bedeckt mit Lagern solcher Hölzer, die seit undenklichen Zeiten dort angeschwemmt worden sind. Jetzt bilden sie schon daselbst einen halb und halb kulturfähigen Boden und ohne Zweifel werden sie einmal dieses von Natur und Lage ganz unbewohnbare Land in ein solches umwandeln, dessen Boden gedeihliche Früchte treiben wird; denn mit der Vermehrung des pflanzenstoffhaltigen Bodens mehrt sich auch die Wärme desselben und dadurch die Kraft und die Möglichkeit, Pflanzen zu treiben.

Die Meeresströmungen also sind es, welche nicht nur Wärme nach solchen Gegenden führen, sondern auch Pflanzen-Stoffe, welche die Wärme zu halten im Stande sind. Die Meeresströmungen vermehren in der Welt den culturfähigen Boden; sie führen Reste der üppigen Pflanzenwelt nach armen Weltgegenden und lagern sie dort ab, um daselbst nach Jahrhunderten und Jahrtausenden Torf-Arten, Braunkohlen- und auch Steinkohlenlager zu bilden. Der ehedem kalte Boden wird wärmehaltiger, wärmefähiger und schreitet nach Jahrtausenden so vor, daß einmal ein Same im Stande ist, Wurzel zu fassen und einen Stamm zu treiben.

Von den Luftströmungen weiß man, daß sie Blüthenstaub auf Tausende von Meilen davon tragen, um andere ferne Blüthen zu befruchten. Die Meeresströmungen treiben ihr Culturgeschäft freilich weit langsamer; aber sie betreiben es dafür auch durch Jahrmillionen und sie haben ohne Zweifel nicht nur den Boden der nördlichen Länder umgestaltet, sondern auch die Pflanzenwelt dahingetragen, wo ursprünglich kein Grund und Boden zu ihrer natürlichen Entstehung vorhanden war.

XXIII. Die Umwandlungen durch die Wasserwanderungen.

Vielleicht von noch tieferm Einfluß, als wir zu ahnen vermögen, sind die Meeresströmungen auf die Thierwelt des Wassers, die in innigem Zusammenhange mit der Thierwelt des festen Bodens steht.

Daß die sechs und eine halbe Millionen Cubik-Meilen Wasser eine stärkere lebendige Bevölkerung haben als die drittehalb Millionen Quadrat-Meilen trockener Erdoberfläche, ist ganz unzweifelhaft. Wie es aber hiermit in stehenden Gewässern bald aussehen würde, davon kann man sich einen Begriff machen, wenn man die Entwickelung der Infusorien beobachtet, die sich in wenigen Tagen in jedem Medizinfläschchen zu solcher Masse ansammeln, daß in einem Tropfen Millionen dieser Geschöpfe entstehen. — In stehendem Meerwasser ist die Fortpflanzung und Vermehrung der Infusorien nicht minder ungeheuer. Würden keine Bewegungen und Durchwühlungen des Meerwassers durch die Wärme hervorgebracht werden, so würde die Bevölkerung des Meeres, soweit sie aus großen Thieren besteht, sicherlich wegen Luftmangels aussterben, während die Infusorien, von denen es Gattungen giebt, die nicht den Sauerstoff der Luft athmen, sich bis zu einer entsetzlichen Menge ansammeln würden.

In der Bevölkerung der Meere gehen nicht wenige unerklärliche Bewegungen und Züge vor sich. Noch ist es unerklärt, woher die ungeheuren Schwärme von Häringen stammen, welche an den Küsten Englands, Schottlands, u. s. w. mit äußerster Pünktlichkeit eintreffen, und wohin sie sich wenden, nachdem sie diese Gestade, woselbst sie Millionenweise gefangen werden, verlassen. Die Wanderungen der Meerthiere einzeln und in Massen sind noch

im Ganzen unbekannt und es läßt sich der Einfluß, den die Meeresströmungen hierauf haben, nicht mit Genauigkeit bestimmen. Daß sie aber von Einfluß hierauf sind und sein müssen, darf man mit Sicherheit annehmen.

Die Bewegungen der Gewässer führen ganz unzweifelhaft unendliche Schwärme von unsichtbaren Thierchen mit sich von der warmen nach der kalten Weltgegend, um sie dort den Tod finden zu lassen; ein Gleiches geschieht in der Tiefe des Meeres, wo die Bevölkerung der kalten Weltgegenden nach warmen transportirt wird, um daselbst ihren Untergang zu finden. Die kalkhaltigen Schalen großer Gattungen dieser Thiere sammeln sich auf dem Meeresboden an und bilden Kalklager, die in der Tiefe zu Bergen anwachsen. Die neuern Untersuchungen haben den Beweis geführt, daß Kalkgebirge von ungeheurer Ausdehnung aus nichts als aus den ungeheuer kleinen Schalen solcher Thierchen bestehen, die einst gelebt und im Wasser gelebt haben. Fragt man sich aber, woher kommt es, daß die Reste dieser Thiere so dicht und berghoch bei einander gelagert worden sind, da sie doch schwerlich in solcher Dichtigkeit bei einander gelebt haben, so ergiebt sich als die natürlichste Antwort, daß die Thierchen nicht freiwillig diese Gebirge mit ihren Leibern gebildet, sondern daß die Meeresströmungen durch Jahrmillionen die Schwärme dieser lebenden Thiere stets und unausgesetzt ergriffen, durch Fortführung nach Gegenden, woselbst sie ihr Leben einbüßten, sie angehäuft und an Stellen abgelagert haben, die später trockenes Land wurden, auf dem sie nun als Kalklager und Kalkgebirge erscheinen.

Aus einem genauen Studium der Züge solcher Kalklager und Kalkgebirge und nicht minder der Kreidegebirge, wird man vielleicht einmal im Stande sein, nachzuweisen, wie die Meeresströmungen vor Millionen von Jahren

ihren Weg genommen haben, als die Gewässer des Meeres noch die Strecken bedeckten, die gegenwärtig schon gebirgiges Festland bilden.

So sehen wir denn den Einfluß der Meeresströmungen nicht nur auf die Bildung neuer Landesküsten, nicht nur auf das Leben der Wasserthiere, sondern auch auf die Bildung der Gebirge in der Meerestiefe, und da diese Meerestiefe bestimmt ist, dereinst trockener Erdboden und Wohnsitz von Landthieren und Menschen zu werden, so ist es wol klar, daß die Wasser nicht nur Wanderungen, sondern auch Wandelungen in der Natur herstellen.

Bei Gelegenheit der Wanderungen der Gesteine durch die Welt haben wir der Eisblöcke gedacht, die von den Polgegenden nach den wärmeren Zonen schwimmen. Es konnte dies als ein Widerspruch der Wahrnehmung erscheinen, daß das obere Wasser den entgegengesetzten Weg, den von den wärmeren Gegenden nach dem Pol zu nimmt. Allein in der Natur haben solche scheinbare Widersprüche stets ihren natürlichen Grund, und das hat sich auch bei den Eiswanderungen im Meere ergeben.

Die Seefahrer sehen in den Polgegenden oft mit Staunen, daß kleine Eisschollen nach dem Pol hinschwimmen, während gewaltige Eisblöcke vom Pol her nach den warmen Weltgegenden wandern. Dieser Widerspruch löst sich aber vollkommen, wenn man Folgendes erwägt: die kleinen flachen Eisschollen schwimmen auf der obern Wasserschicht, die von den heißen Gegenden nach den kalten zieht; die großen Eisblöcke aber tauchen viel tiefer in's Meer, als sie in die Luft hineinragen; sie werden also von der Tiefe des Wassers aus transportirt, von jener Tiefe, die von der kalten Weltgegend nach der warmen zieht. Ist solch' ein Eisblock auf seiner Reise nach den warmen Gegenden nach und nach abgeschmolzen, so kommt er endlich

dahin, daß er von oben und von unten nach zwei entgegengesetzten Richtungen mit gleicher Kraft getrieben Halt macht und fortwährend Drehungen zu vollführen genöthigt ist. Schmilzt er endlich so weit zusammen, daß er nicht mehr in die untere Wasserströmung hinabreicht, so schwimmt er auf dem obern Strom als kleine Eisscholle den Weg zurück, den er hergekommen.

Dies erklärt die auffallende Erscheinung, daß nicht nur im Frühling und Sommeranfang Eisschollen nach dem Pol wandernd bemerkt werden, die aus aufgethaueten Flüssen herkommen, sondern auch im Herbst Eisschollen noch angetroffen werden, die scheinbar aus den heißern Gegenden kommen, wo es unmöglich gefroren haben kann. Die Erklärung dieser Erscheinung ist einfach die, daß solche Herbstwanderer keineswegs von Süden herstammen, sondern nur abgeschmolzene Eisblöcke sind, die ihre Hinfahrt auf dem untern und jetzt ihre Rückfahrt auf dem obern Strom machen.

XXIV. Schlußbetrachtung.

Wir haben bisher die Wanderungen und Wandelungen der Natur nur an zwei Erscheinungen betrachtet, wir haben nur die der Gesteine und des Wassers in das Bereich unserer Betrachtung gezogen und müssen uns für jetzt mit diesem kleinsten Theil des Themas begnügen. Wollten wir dasselbe auch nur flüchtig in seiner ganzen Ausdehnung berühren, so würden wir unsern Blick auf alle Zweige der Naturerscheinung richten müssen; denn das Wandern und Wandeln in derselben ist unendlich.

Nicht Steine, nicht Wasser allein wandert und wandelt, sondern der Erdboden, der Erdboden des Meeres

und der des Festlandes, macht langsam diese Wanderungen und Wandelungen mit. Die Pflanzenwelt ist nicht minder in diesen Kreislauf gebannt. Die Thierwelt, sowol die lebende, wie die Reste der todten Thiere, die ganze Gebirgslager bilden, ist mit in diese Wanderung hineingerissen. Und selbst die Menschenwelt, die offenbar das größte Maß der Freiheit für ihre Bewegungen von Ort zu Ort hat, auch sie ist dem Gesetz der Wanderungen und Wandelungen unterworfen und die Züge der Weltgeschichte sind nur die einzelnen Momente in einem großen, stets wirksamen Naturgesetze.

Es wäre die schönste Aufgabe eines großen Denkers, wenn er die Geschichte der Menschen vom naturwissenschaftlichen Gesichtspunkt aus studiren und bearbeiten wollte. Die Naturbeschaffenheit des Bodens ist es, welche den ältesten Völkern ihre Wohnsitze an den Küsten der Meere anwies. Der Mensch konnte sich nur dort vermehren und zu einer größern Gesellschaft heranbilden, wo die Natur ihn begünstigte. Wenn dann die Vermehrung so stark zunahm, daß das, was die Natur freiwillig spendete, zu wenig bot, um Alle zu befriedigen, entstanden in der Menschheit drei Hauptbewegungen. Man machte sich daran, durch Kunst der spärlicher gewordenen Gunst der Natur abzuhelfen, und so entstand die Kultur, die künstliche Behandlung des Bodens. Da aber die Kultivirung des Bodens Arbeit erforderte und es schwer ist, die Arbeit gleichmäßig einzutheilen unter allen Menschen, so kam es, daß die Stärkern die Schwächern unterjochten und sie zu arbeiten zwangen. So war es denn die Natur, welche die Entstehung von Gewalthabern und Sklaven begünstigte. Wo aber die Unterjochung nicht vollständig gelang, da begann die Auswanderung, das Hinausziehen der Menschen aus einem Lande, in welchem die Natur nichts mehr frei-

willig spendet und das Aufsuchen neuer Stätten, wo geringere Arbeit günstigern Genuß verspricht.

Mit diesen Wanderungen aber sind die Wandelungen der Menschen enge verknüpft. Die Beschaffenheit des Bodens, der Speise, der Luft, des Wassers, der Wärme und all' der sonstigen Einzelnheiten der Natur umwandelt den Auswanderer und schafft aus ihm eine eigne Menschengattung mit andern Gewohnheiten, andern Trieben, anderm Glauben, anderm Hoffen, anderm Streben, anderm Ansehen und — in Zeiten, wo die Natur noch weit mehr und die Kultur noch weit weniger auf das Leben des Menschen Einfluß hatte — vielleicht auch von anderer Hautfarbe.

Nicht aber in dem grauesten Alterthum allein sind solche Spuren der Menschengeschichte zu verfolgen, sondern auch vor unsern Augen spielt diese Wanderung und Wandelung des Menschengeschlechtes fort. Nicht die bloße Willkür der Menschen in Europa ist es, die eine so ungeheure Auswanderung nach Amerika hervorruft, sondern es ist eine Naturnothwendigkeit, die den Zug dahin treibt. Die Tausende, die hinüberziehen in eine neue Welt, fliehen unbewußt aus einem Naturgebiet, wo die Natur nichts mehr freiwillig hergeben, sondern alles durch Kultur abgerungen wissen will, und ziehen dort hin, wo die Natur noch reicher ihre Gaben spendet. Aber eben so unbewußt nehmen sie die alte Kultur mit und helfen Staaten aufrichten, welche die alten überragen müssen, weil sich in ihnen das richtigere und wohlthätigere Gleichmaß zwischen Natur und Kultur auszubilden vermag.

Auch dieses Wandern und Wandeln der Menschheit, auch diese Bewegung der Massen, die eine Bewegung des Geistes zur Folge hat, sie ist eine Naturbewegung, eine Bewegung, begründet in der Naturbeschaffenheit des ewig wechselnden Erdenrunds, und was in der Geschichte der

Menschen wie Willkür oder Freiheit aussieht, ist sicherlich gekettet an die Nothwendigkeit, in der das gesammte Wandern und Wandeln der Natur innig gegliedert ist und die Menschen mitführt, ähnlich wie Gesteine, Gewässer, Pflanzen und Thierbildungen in den Kreislauf des Daseins der Erde hingezogen sind.

Wanderungen und Wandelungen! Veränderungen des Ortes und der Gestaltung, diesem großen Gesetze ist die Welt unterworfen und in ihr die Erde und mit dieser all' das, was sie trägt und hegt und pflegt; denn in Wanderungen und Wandelungen thut sich das Dasein und das Leben der gesammten Natur kund.

Von der Geschwindigkeit des Lichtes.

I. Vom Sehen.

Das Licht bewegt sich einundvierzigtausend Meilen in einer Sekunde!

Diese Wahrheit, dieses Ergebniß ganz getreuer Forschung hört man oft genug aussprechen, liest man oft genug in Schriften und sieht man oft genug als Beweis der unendlichen Schnelligkeit angeführt, mit welcher Kräfte der Natur den Raum durcheilen. — Man muß gestehen: diesen Ausspruch kennt wol jeder Gebildete und Ungebildete, jeder sogenannte Gelehrte wie Ungelehrte; ja Jedermann hat wol an diese Wahrheit so manche erbauliche und erhebende, dichterische oder religiöse Betrachtung angeknüpft.

Wie aber steht es mit dem Beweis für diese Wahrheit? Ist es auch nur dem Hundertsten von all' denen, die von der Geschwindigkeit des Lichtes sprechen, klar geworden, wie und auf welchem Wege man zu der Erkenntniß dieser Wahrheit gelangt ist?

Wir glauben aus eigener Erfahrung versichern zu können, daß es im Publikum um die feste und sichere Ueberzeugung von dieser Wahrheit recht schlimm steht.

Es steht schon darum schlimm damit, weil diese Wahrheit eine allgemein bekannte Wahrheit ist und sie deshalb wie eine vollgültige Münze zirkulirt, von der Viele sich schämen, ihr zu mißtrauen und ihr Gepräge zu untersuchen und zu erforschen.

Wir wollen daher in wenigen Abschnitten von dieser Wahrheit und dem Wege, wie man dahinter gekommen ist, sprechen, und hoffen, hieran einige Betrachtungen zu knüpfen, welche selbst denen nicht überflüssig erscheinen werden, die von dieser Wahrheit die richtige Anschauung sammt ihren vollen Beweisen besitzen.

Das Licht bewegt sich einundvierzigtausend Meilen in jeder Sekunde!

Das heißt, deutlicher ausgedrückt, wie folgt:

Jedes Licht kann von der Ferne aus gesehen werden; aber man sieht das Licht nicht sofort in demselben Augenblick, wie es entsteht, in allen Entfernungen, sondern es dauert eine Zeit, bis, so zu sagen, das Licht nach den Entfernungen seine Strahlen hinsendet. Fragt man nun: wie schnell läuft denn der Sendbote des Lichtes, wie schnell läuft der Strahl? so ist die richtige Antwort darauf, daß der Strahl in jeder Sekunde einundvierzigtausend Meilen läuft. —

Woher weiß man das? Wer hat diese Strecke und diesen Lauf ausgemessen?

Hierauf ist die Antwort, wenn man sich nicht mit einer oberflächlichen Redensart begnügen will, nicht so ganz und gar leicht, sondern man muß hierzu sich erst einen Begriff von dem Sehen unseres Auges machen und sich über die Art, wie wir ferne Gegenstände wahrnehmen, mindestens eine allgemeine Vorstellung verschaffen.

Durch die Gewohnheit verleitet, glaubt man im Allgemeinen, als ob unser Auge im Stande wäre, den Blick

in die Ferne zu richten, als wäre es gewissermaßen eine Kraft, eine Gabe des Auges, welche nach entfernten Gegenständen hindringt und dieselbe dort wahrnimmt.

Dies ist aber ein Irrthum.

Unser Auge besitzt keine Kraft, welche nach außen wirkt, sondern es empfindet nur den Eindruck der Lichtstrahlen, welche entfernte Gegenstände nach allen Richtungen hin ausstreuen. Es ist nicht eine Kraft des Auges, des Blickes, welche hinaufdringt in die Räume des Himmels, um bis zu den Sternen zu gelangen und dieselben wahrzunehmen, sondern die Sterne sind es, welche die Strahlen ihres Lichtes herabsenden, gleichgültig, ob wir das Auge aufthun, um sie zu empfangen oder nicht. Diese Strahlen, die unausgesetzt ausströmen, gehen völlig spurlos an uns verloren, wenn sie nicht in gewisser Richtung in's Auge fallen; nur wenn wir das Auge so gerichtet halten, daß diese Strahlen durch dasselbe gehen, nur dann empfinden wir die Strahlen und bekommen, durch Erfahrungen belehrt, Kenntniß davon, daß außer uns Dinge sind, welche diese Empfindung in uns anregen. Dieses Empfinden der Lichtstrahlen ferner Gegenstände mit unserem Auge nennen wir das Sehen der Gegenstände, obgleich wir weder mit dem Auge zu den Gegenständen, noch die Gegenstände selber zum Auge kommen, sondern es nur eine Empfindung ist, die von dem Licht der fernen Gegenstände veranlaßt und von unserem Auge aufgenommen wird.

II. Der Postenlauf des Lichtes.

Die Thatsache, daß nicht unser Auge in die Fernen hineindringt, sondern nur von der Ferne her einen Eindruck

empfängt und empfindet, den wir Licht nennen, diese Thatsache muß man vor Allem festhalten, um einzusehen, woher es kommt, daß wir z. B. sofort Sterne sehen, wenn wir die geschlossenen Augen öffnen. Wäre es eine Kraft unseres Auges, die in die Ferne dringt zu den gesehenen Gegenständen, so würde es jedenfalls einer Zeit bedürfen, bevor diese Kraft hinauf zu den Sternen dringt. Da dies nicht der Fall ist, da wir nahe und ferne Gegenstände in Einem Blick wahrnehmen, so kann dies, wie es in Wahrheit ist, nur daher rühren, daß die Lichtstrahlen aller Gegenstände bereits bis zu uns und auch zu unserem Auge gedrungen sind, und wir also nur das Auge zu öffnen brauchen, um sofort den Eindruck des Lichtes zu empfangen.

Sind es aber wirklich nicht die Gegenstände selber, die wir sehen, sondern sind es nur die Boten der Gegenstände, die Lichtstrahlen, welche von den Gegenständen ausgegangen sind, und die unser Auge treffen, so ist der Fall sehr gut denkbar, daß wir etwas sehen, was in Wirklichkeit schon zu existiren aufgehört hat. Wenn wir z. B. einen Blitz sehen, der viele Meilen weit von uns in einem Augenblick entsteht und vergeht, so geschieht dies ebenfalls nur durch die Lichtstrahlen, welche von dem Ort des Blitzes ausgehen und nach allen Richtungen hin, also auch bis zu unserm Auge dringen. Die Lichtstrahlen, diese Boten des Blitzes, brauchen aber eine gewisse Zeit, um mehrere Meilen weit hinzufliegen. Wenn sie bei uns ankommen, kann also der Blitz längst am Orte seiner Entstehung erloschen sein; wir sehen ihn also erst entstehen zu einer Zeit, wo er schon vergangen ist

In Wahrheit ist es nicht nur mit dem Blitz, sondern es ist mit allen Dingen so, sie mögen nahe oder entfernt sein. Wir sehen nicht die Gegenstände selber, sondern wir

empfinden nur die Lichtstrahlen, die sie uns senden; wir sehen nicht das, was wirklich im jetzigen Augenblick da ist oder geschieht, sondern nur das, was da war und geschah, als die Lichtstrahlen, welche jetzt unser Auge treffen, von den Dingen ausgingen.

Wir sehen in diesem Sinne immer nur die Vergangenheit und niemals die Gegenwart.

Macht man sich mit diesem Gedanken erst vollkommen vertraut, — und das ist eben garnicht so leicht, wie das Diejenigen meinen, die dies Alles schon längst wissen — so stellt sich freilich die Frage heraus: Um wie viel später sehen wir denn eigentlich die Dinge, als sie in Wirklichkeit sind?

Ein Blitz, den wir sehen, existirt im Augenblick, wo sein Strahl bis zu uns in's Auge dringt, garnicht mehr. Eine Wolke am Himmel, die fortwährend ihre Gestalt und ihren Ort verändert, wird von uns immer nur in einer Gestalt und an einem Orte gesehen, wie und wo sie in Wahrheit garnicht mehr ist. Der Mond, der noch weiter von uns entfernt ist, dessen Strahlen also wahrscheinlich längere Zeit brauchen, ehe sie zu uns kommen, kann sich während dieser Zeit verändert haben, oder gar vernichtet worden sein, ohne daß wir es wissen. Die Sonne, die am Himmel dahin wandert, steht nie mehr an der Stelle, wo wir sie sehen, weil die Lichtstrahlen, die an unser Auge gelangen, noch aus der Zeit herrühren, wo sie von der Sonne ausgingen. In der Zwischenzeit, daß die Strahlen bis zu uns kamen, ist offenbar die Sonne ein Stück weiter gegangen, ohne daß wir davon etwas merken können. — Die noch weit, weit entfernteren Sterne, die Fixsterne, können möglicherweise schon lange Zeit erloschen sein, während ihre Strahlen erst zu uns kommen, und wir erhalten das Licht, ihre Boten, vielleicht zu einer

Zeit, in der die Sterne selber garnicht mehr vorhanden sind, ähnlich, wie wir zuweilen einen Brief von Freundeshand erhalten, der während der Zeit des Postenlaufes gestorben ist.

Wie lange aber dauert der Postenlauf des Lichtes? Das ist die Frage. — Und hierauf lautet die Antwort: Der Lichtstrahl ist eine ungeheuer schnelle Post, sie bringt die Nachricht von einundvierzigtausend Meilen her in einer einzigen Sekunde.

Wer sich's überdenkt, was eine Sekunde für eine gar kleine Zeit und was einundvierzigtausend Meilen für eine gar lange Strecke ist, der darf es Niemandem verargen, wenn er mit Mißtrauen diese Antwort aufnimmt. Ja, wir gestehen offen, wer diese Antwort gleichgültig und gläubig aufnimmt, ohne zu fragen: Woher weiß man das? dem trauen wir entweder wenig Geist oder wenig Interesse für Natur-Wahrheiten zu, und wir fürchten, daß er eben so leichtsinnig bereit sein wird, dem thörichtsten Aberglauben zu huldigen, wenn man ihm diesen nur mit dem ernsten Gesicht der Wahrhaftigkeit versichert.

Darum aber wollen wir die Frage beantworten: Woher weiß man das? Wer hat den Weg gemessen? Wer ist im Stande gewesen, den Postenlauf des Lichtes zu kontrolliren? — Und diese Antwort soll uns im nächsten Abschnitt beschäftigen.

III. Was uns der Planet Jupiter angeht.

Um zu zeigen, wie es möglich ist, die Geschwindigkeit des Lichtes zu messen, sind wir genöthigt, unsere Leser auf ein Gebiet der Naturwissenschaft zu führen, das man das

erhabenste nennt, obwol das Erhabene nicht minder im unendlich Kleinen, wie im unendlich Großen liegt. Wir müssen unsere Leser auf das Gebiet der Astronomie führen, wo man mit Millionen von Meilen zu thun hat und wo die Erscheinungen mit solcher Genauigkeit vorher berechnet werden können, daß eine Sekunde schon kein kleiner unmerklicher Zeitabschnitt ist.

Unter die Erscheinungen des Himmels, die man mit größter Genauigkeit berechnen kann und auch berechnet, gehören die Mond- und Sonnenfinsternisse auf dem Planeten Jupiter.

Man sollte es kaum glauben, daß uns das, was auf dem Jupiter geschieht, so viel angeht. Der Planet Jupiter ist circa 108 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, und da er sich eben so im Kreise um die Sonne bewegt wie die Erde, welche 20 Millionen Meilen von der Sonne entfernt ist, so kommt es, daß Jupiter zuweilen der Erde 20 Millionen Meilen näher und zuweilen um 20 Millionen Meilen entfernter ist, als der Sonne. Jedenfalls ist die größte Nähe Jupiters zur Erde immer noch eine Strecke von 88 Millionen Meilen, und es läßt sich garnicht so leicht absehen, was nur dabei herauskommt, ob wir die Sonnen- und Mondfinsternisse, die sie dort auf dem Jupiter haben, genau kennen oder nicht. — Eine nähere Betrachtung indessen lehrt uns, daß uns das Ding doch mehr angeht, ja, daß jene Finsternisse und deren genaue Vorausberechnung für uns von größerem praktischen Nutzen ist, als die Kenntniß vieler unserer Sonnen- und Mondfinsternisse.

Die größte Schwierigkeit der Schifffahrt besteht nämlich darin, daß der Seefahrer, wenn er nur Wasser und Himmel um sich her sieht, nicht wissen kann, wo er sich befindet, und mit Hilfe aller Land- und Wasserkarten seinen

Weg nicht fortzusetzen im Stande ist, sobald ihm nicht die Astronomie zu Hilfe kommt. Wie sich's von selbst versteht, muß der Kapitän zu jeder Stunde genau wissen, wie weit er sich im Norden oder Süden, im Osten oder im Westen auf der Erdkugel befindet.

Was nun Norden oder Süden betrifft, da hat es der Schiffskapitän sehr leicht. Er braucht nur die Höhe der Sonne um Mittag, die Höhe einzelner Sterne des Nachts zu beobachten, um sofort zu wissen, auf welchem Strich er sich von Nord oder Süd befindet. Die Sterne des Himmels stehen in Bezug auf Norden und Süden fest. Der Sternenhimmel sieht im Norden anders aus als im Süden, und hieraus schon, aus dem Anblick des Himmels, kann sich der Führer des Schiffes recht gut zurecht finden. Aber was Ost und West betrifft, da ist er schlimm dran. Die Erde nämlich dreht sich in einem fort von Westen nach Osten. Alles, was im Osten am Himmel zu sehen ist, wird nach einigen Stunden viele Meilen weit auch im Westen zu sehen sein, wenn sich die Erde erst so weit gedreht haben wird. Der Schiffsführer kann nun der gescheuteste Astronom sein, er wird trotzdem nicht wissen können, ob er sich seit seiner Abfahrt aus der Heimat nach Osten oder nach Westen bewegt hat.

Aus dieser Verlegenheit kann ihn nur Eins retten, und das ist, wenn ihm Jemand genau sagen kann, wie spät es augenblicklich in der Heimat ist. Blickt er z. B. auf seine Uhr oder mißt er die Höhe der Sonne und sieht, daß es gerade Mittag ist, so ist er aus aller Verlegenheit, sobald er nur weiß, ob in diesem Augenblick in seiner Heimat Vor- oder Nachmittag ist. Ist es in der Heimat noch vor dem Mittag, so weiß er, daß die Heimat im Westen liegt, er also nach Osten gefahren ist; ist es in der Heimat schon Nachmittag, so ist es klar, daß sie im Osten

liegt, und er also westlich gefahren sein muß. — Hat nun der Kapitän eine gute Schiffs-Uhr aus der Heimat mitgenommen, die ihm jederzeit zeigt, was die Glocke in der Heimat geschlagen hat, so kann er aus dem Unterschiede dieser Uhr und der seinigen, die er täglich nach der Sonne stellt, sehr genau wissen, wie viel er östlich oder westlich von der Heimat entfernt ist.

Was aber macht ein Schiffsführer, der Monate lang auf dem Meere ist und die ganze Zeit also nicht im Stande war, seine Heimats-Uhr zu reguliren, die unmöglich mehr genau richtig gehen kann, weil Kälte und Wärme und Schiffs-Erschütterungen niemals ohne Einfluß auf den Gang derselben sind? Was macht er gar, wenn er einmal vergessen hat, die Uhr aufzuziehen und diese stehen geblieben ist? Woher soll er wissen, wie spät es in der Heimat ist, und wie soll er sich auf dem Meere nun zurecht finden?

In diesen und ähnlichen Fällen, die gar zu häufig vorkommen, hilft ihm, wie wir im nächsten Abschnitt zeigen werden, am leichtesten eine Mond- oder Sonnenfinsterniß auf dem Planeten Jupiter aus der Noth. —

IV. Wie die Geschwindigkeit des Lichtes gemessen wurde.

Jupiter nämlich hat vier Monde, die sich um ihn herum im Kreise bewegen, und die schon mit einem guten Taschenfernrohr gesehen werden können. Von diesen vier Monden steht bald der eine oder der andere so, daß sein Schatten auf Jupiter fällt, oder es tritt der eine oder der andere in den Schatten Jupiters so, daß er plötzlich un-

sichtbar wird. Schauspiele dieser Art, die man alle sehr bequem beobachten kann, kommen im Jahre außerordentlich häufig vor; und diese Schauspiele werden ganz genau jahrelang voraus berechnet und in Büchern notirt, wann diese und diese Erscheinung eintreffen wird. — Der Schiffskapitän, der sich solch ein Buch mit Vorausberechnungen mit auf die Reise nimmt, findet in demselben genau Stunde, Minute und Sekunde angegeben, wann jedesmal dergleichen am Himmel passirt, und zwar ist die Zeit auf's allergenaueste nach dem Heimats-Ort berechnet.

Ist nun die Heimats-Uhr des Schiffes abgelaufen, oder fürchtet der Seefahrer, daß sie nicht genau richtig geht, so braucht er nur sein Fernrohr zur Hand zu nehmen und irgend eine Finsterniß auf dem Jupiter abzuwarten. Sobald er diese sieht — und solche ist immer sehr leicht zu bemerken — schlägt er sein Buch nach und findet, wie spät es daheim in diesem Augenblick ist, und somit ist er im Stande, die ihm so nothwendige Heimats-Uhr in Ordnung zu bringen.

Zwar giebt es noch einige Himmels-Erscheinungen, die dem Schiffsführer aus gleicher Verlegenheit helfen können; keine jedoch ist so leicht und einfach und genau, wie die Beobachtung der Verfinsterungen auf dem Planeten Jupiter, und es wird Jedermann nunmehr einsehen, daß die Verfinsterungen uns wol etwas angehen und deren Berechnungen für uns vom größten praktischen Nutzen sind.

Wer diese Zeilen beim Genuß seines Kaffee's oder Thee's liest, ohne viel an den Nutzen der Schifffahrt zu denken, der möge wohl überlegen, daß sein Lieblingsgetränk wahrscheinlich noch einmal so theuer sein würde, wenn nicht die Fahrten auf dem Meere durch die Verfinsterungen auf dem Jupiter leicht zu regeln wären, und er wird

zugeben müssen, daß uns die Astronomie selbst dann sehr zu Nutze kommt, wenn wir, im Trocknen sitzend, ihrer am allerwenigsten gedenken.

Was aber hat das Alles mit der Geschwindigkeit des Lichtes zu thun?

Das wollen wir sogleich sehen.

Die Verfinsterungen der Jupitermonde waren recht eigentlich die Ursache hinter den Gedanken zu kommen, daß das Licht eine Zeit braucht, um durch den Raum zu fliegen, und das weitere Nachdenken brachte es heraus, wie schnell dieser Flug ist oder wie weit das Licht in jeder Sekunde sich fortbewegt.

Wie bereits gesagt, ist es von großer praktischer Wichtigkeit, die Verfinsterungen auf dem Planeten Jupiter recht genau auf Minute und Sekunde zu berechnen, und hierzu war eine geraume Zeit nöthig, um die Umläufe und Verfinsterungen jedes einzelnen der vier Monde recht genau zu beobachten.

Allein hierbei fand sich ein merkwürdiger, für den ersten Augenblick sehr auffallender Umstand.

Wir haben es bereits gesagt, daß der Planet Jupiter zuweilen der Erde 20 Millionen Meilen näher steht, als der Sonne und zuweilen von der Erde 20 Millionen Meilen entfernter ist, als von der Sonne. Kommt nämlich die Erde bei ihrem Umlauf um die Sonne zwischen Jupiter und Sonne zu stehen, so ist ihr Jupiter um diese Strecke näher; ungefähr nach sechs Monaten aber hat die Erde ihren halben Lauf vollendet und steht dann auf der entgegengesetzten Seite; sie ist also von Jupiter um 40 Millionen Meilen entfernter, als vor einem halben Jahre. — Nun aber zeigt sich der Umstand, daß die einfache Vorausberechnung der Finsternisse auf Jupiter niemals stimmt. Ist nämlich der Jupiter der Erde am nächsten,

so kommt die Verfinsterung um acht Minuten zu früh; ist Jupiter der Erde am entferntesten, so tritt die berechnete Erscheinung um acht Minuten später, als die mittlere berechnete Zeit ein.

Dies hat man nicht einmal, sondern an die hundert Male beobachtet und den Grund davon auch ganz richtig herausgefunden. Er liegt darin, daß wenn wir Jupiter 20 Millionen Meilen näher sind, als in der mittleren Entfernung, das Licht nicht nöthig hat, diese 20 Millionen Meilen zu laufen, um die Erscheinung uns zu zeigen; befindet sich die Erde aber nach sechs Monaten 40 Millionen Meilen weiter ab vom Jupiter, so sehen wir die Finsterniß erst, wenn das Licht diese Strecke durchlaufen hat. Hieraus aber ergiebt sich mit Leichtigkeit, daß das Licht 20 Millionen Meilen in acht Minuten durchläuft, und das macht auf die Sekunde circa einundzwanzigtausend Meilen.

Und dies Resultat hat sich auf's glänzendste durch eine andere erhabene Entdeckung bestätigt.

V. Die weiteren Bestätigungen.

Es war im Jahre 1676, als der dänische Naturforscher Olaw Römer die herrliche Entdeckung machte, daß die Verzögerungen, welche sich an den Verfinsterungen der Jupiters-Monde zeigten, so oft die Erde sich von diesem Planeten entfernte, nur daher rühren, daß das Licht, der Bote, der uns von dem, was in der Ferne vorgeht, Bescheid bringt, sich durch vergrößerte Entfernung verzögert, und also seine Botschaft später ausrichtet, als es in der Nähe der Fall wäre. Derselbe geistvolle Astronom berechnete auch gleich die größer gewordene Entfernung und die

stattgehabte Verzögerung des Lichts und zeigte, daß sich das Licht in jeder Sekunde an 41,000 Meilen im Raum fortbewegt.

Wie es mit allen erhabenen Erfindungen und Entdeckungen geht, ging es auch hier. Es trat dieser Entdeckung der große Zweifel entgegen, ob denn überhaupt aus dem einen Beispiel des Jupiters ein allgemeiner Schluß auf das Licht gezogen werden dürfe. Es wäre möglich, daß jede Art von Licht, daß das Licht jedes Sternes etwa eben so eine verschiedene Geschwindigkeit besitze, wie es eine verschiedene Helligkeit der Farbe besitzt. Aus dem einen Fall, aus dem, was in dem Mondensystem des Planeten Jupiter vorgeht, und aus den Erscheinungen, die sich an demselben für uns zeigen, läßt sich in der That nicht viel auf die Natur des Lichtes schließen; es wäre ja möglich, daß gerade nur das Licht dieses Planeten jene Geschwindigkeit hätte, während es bei anderem Lichte ganz anders ist.

Indessen folgte dem Zweifel, wie das immer bei größeren Entdeckungen zu geschehen pflegt, die Beobachtung neuer Thatsachen, und es zeigte sich bald eine Bestätigung der Wahrheit, die nicht leicht glänzender möglich ist.

Schon bei den Erscheinungen, die sich am Jupiter zeigen, darf man nicht außer Acht lassen, daß es nicht Jupiters und seiner Monde eigenes Licht ist, welches wir überhaupt sehen. Jupiter ist ein an sich dunkler Planet, der erst von der Sonne erleuchtet wird, und seinen Monden geht es ebenso. Gerade daß die Verfinsterungen Jupiters und der Monde stattfinden, so oft sie sich gegenseitig das Sonnenlicht entziehen, gerade das giebt an sich schon den schlagenden Beweis, daß wir am Jupitersystem die Natur des Sonnenlichts kennen lernen, welches auf den Jupiter hingelangt und von dort erst zurückgestrahlt wird nach allen Richtungen. Die gefundene Geschwindig-

keit des Lichts ist also eigentlich die des Sonnenlichts, und da das ganze Sonnensystem, da sämmtliche Planeten sammt ihren Monden vom Sonnenlicht erleuchtet werden und nur durch dieses für unser Auge wahrnehmbar sind, so hätte man wol das Recht, das was beim Jupiter sich zeigte, als ein Gesetz anzuerkennen, das dem Sonnenlicht eigen ist und also im ganzen Sonnensystem gilt. Indessen ließ sich noch immer der Einwand erheben, daß es vielleicht nur der Planet Jupiter und seine Monde sein könnten, die das Sonnenlicht in solcher Geschwindigkeit zurückstrahlen, ohne daß es nothwendig ist, daß ein gleiches allenthalben geschieht. —

Durch die Entdeckungen der Monde des noch entfernteren Planeten Saturn und durch die Berechnung und Beobachtung der auch bei diesen statthabenden Verfinsterungen hat sich aber gezeigt, daß das, was für Jupiter gilt, auch für die übrigen Planeten der Fall ist. Auch diese Verfinsterungen verspäten sich scheinbar, so oft die Erde sich von dem Planeten entfernt; und auch hier ist die Verspätung genau dieselbe wie beim Jupiter, so daß es klar ist, daß die am Jupiter entdeckte Geschwindigkeit des Lichts nicht von einer besonderen Eigenschaft des Jupitersystems, sondern von der Natur des Sonnenlichtes abhängig ist.

Aber die Entdeckung sollte nicht nur innerhalb des Sonnensystems, sondern in die Unendlichkeit weit hinaus ihre Bestätigung finden und durch das ganze unendliche Bereich des Weltraumes bewahrheitet werden.

Von keinem Gesetz der Natur kann man ein Gleiches mit Sicherheit behaupten.

Das allgemeine Gesetz der Schwere, der Anziehung, welches Newton entdeckt hat, hat er zwar auch ursprünglich nur auf das Sonnensystem bezogen, und es fand sich

durch die später erst erfolgte Entdeckung der Doppelsterne, daß es gleichfalls unter den Fixsternen Geltung habe. Es ist hiernach die größte Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß das Gesetz der Anziehung, wie es bei uns hier auf Erden herrscht, auch in den unendlichen Räumen des ganzen Weltalls herrschend ist. Aber selbst von diesem so vollständig allgemein gültigen Gesetz der Natur kann man dies nicht mit solcher Sicherheit sagen, wie von dem Gesetz der Geschwindigkeit des Lichtes, denn es steht durch die glänzende Entdeckung des englischen Astronomen Bradley fest, daß nicht nur das Licht der Sonne diese Geschwindigkeit habe, sondern daß das Licht sämmtlicher Fixsterne ohne Ausnahme mit gleicher Geschwindigkeit den Raum durcheilt.

Die Entdeckung Bradley's ist unter dem Namen die Ab-Irrung des Lichtes, „die Aberration", in der Wissenschaft bekannt, und wir wollen es im nächsten Abschnitt versuchen, dieselbe, wenigstens im Allgemeinen, unsern Lesern vorzuführen.

VI. Die Entdeckung Bradley's.

Die herrliche Entdeckung Bradley's, die den Beweis führte, daß es wirklich dem Menschengeist gelungen ist, ein Gesetz zu erforschen, welches nicht nur in dem großen Raum des Sonnensystems Geltung hat, sondern auch weit in die Unendlichkeit hinaus und über alle Räume hinweg, zu welchem sich kaum mehr die Phantasie zu erheben vermag, — diese Entdeckung Bradley's beruht auf folgendem Lehrsatz:

Die Geschwindigkeit des Lichtes der Sterne durch den Weltraum, verbunden mit der Bewegung der Erde in ihrer

Bahn, bringt es zu Wege, daß wir die Sterne nicht an dem Orte sehen, wo sie wirklich stehen, sondern ein klein wenig nach der Seite hin geschoben, nach welcher hin sich die Erde bewegt.

Um diesen Zustand möglichst einfach zu erklären, müssen wir uns an ein Beispiel halten, das im gewöhnlichen Leben recht gut denkbar ist.

Stellen wir uns vor, daß ein muthwilliger Verbrecher eine Kugel abschießt auf einen im vollen Zuge ihm vorüberfahrenden Eisenbahn-Wagen, und daß die Kugel stark genug ist, durch die beiden Wände des Wagens zu gehen, so daß sie auf der einen Seite in den Wagen eintritt und zur gegenüberstehenden Wand wieder hinausfliegt.

Es läßt sich denken, daß man, um genau zu wissen, wie es bei dieser Missethat zugegangen ist, den Wagen oder richtiger die Löcher in beiden Wänden untersuchen wird, und wenn dies geschieht, so findet man, daß die Kugel einen ganz eigenthümlichen Lauf durch den Wagen genommen hat. Nehmen wir an, der Thäter habe sein Gewehr so gerichtet gehabt, daß der Schuß genau quer durch den Wagen hätte gehen müssen, so wird die Untersuchung ergeben, daß dies durchaus nicht der Fall ist. Die beiden Löcher in den gegenüberstehenden Wänden werden nicht so gerichtet sein, daß sie sich gegenüber stehen, sondern das Loch, das die Kugel beim Eintritt in den Wagen macht, wird ein wenig nach vorn, das Loch, das die Kugel beim Austritt aus dem Wagen macht, wird ein wenig weiter nach hinten liegen. Wollte man eine Stange durch beide Löcher stecken, so würde die Stange nicht in gerader Richtung mit den Bänken des Wagens, sondern sie würde schräg zu liegen kommen, und Jemand, der dies sieht, würde behaupten, der Schuß kann unmöglich gerade gezielt gewesen, sondern müsse von vorne hergekommen sein.

Und doch ist der Schuß ganz gerade gerichtet gewesen und die Kugel ist auch ganz gerade, d. h. senkrecht durch die Bahn gelaufen, obgleich sie durch den Wagen in schiefer Richtung gelaufen zu sein scheint.

Woher aber kommt das?

Ein wenig Nachdenken wird dies leicht erklärlich machen.

Der Wagen war im vollen Lauf begriffen. Als die Kugel die erste Wand durchbohrt hatte und nach der zweiten hinflog, mußte sie durch die Breite des Wagens ihren Weg nehmen. In der Zeit aber, daß die Kugel diesen kleinen Weg von einer Wand zur andern machte, lief der Wagen ein Stück vorwärts. Als die andere Wand wirklich von der Kugel durchschossen wurde, konnte dies nicht mehr an der Stelle stattfinden, wo es der Fall gewesen wäre, wenn der Wagen ruhig gestanden hätte, sondern es geschah um ein so großes Stück hinter dieser Stelle, als der Wagen in der Zeit vorwärts lief.

Ganz dasselbe aber findet bei dem Lichtstrahl statt, der von irgend einem Sterne her auf die sich fortbewegende Erde fällt. Denken wir uns einen Astronomen, der durch ein Fernrohr nach einem Stern blickt, so befindet sich der Astronom sammt dem Fernrohr, durch das er blickt, und mit der Erde, auf der er und sein Instrument steht, im vollsten Lauf auf der Bahn um die Sonne. Der Lichtstrahl braucht offenbar eine Zeit, um von dem vorderen Glase des Fernrohrs bis zum hintern Glase, wo das Auge des Astronomen ruht, zu gelangen, während dieser Zeit aber geht die Erde ein Stück in ihrer Bahn vorwärts. Der Lichtstrahl würde also das Fernrohr gleich unserer Kugel schräg durchschießen, d. h. der Stern würde nicht gerade durch die Mittellinie des Fernrohres gehen, wenn wirklich das Fernrohr nach der Stelle gerichtet wäre, wo

der Stern steht. Will aber der Astronom den Stern in dieser Mittellinie haben, so muß er das Fernrohr ein wenig nach vorn richten, d. h. dahin neigen, wohin die Erde in ihrem Lauf sich befindet, das heißt aber nichts anderes, als: der Stern ist an einer Stelle am Himmel sichtbar, wo er in Wahrheit garnicht steht! —

Ganz aber wie es mit dem Fernrohr der Fall ist, ganz so ist es mit dem bloßen Auge der Fall. Auch unser Auge ist eine Art Fernrohr. Der Lichtstrahl eines Sternes, der gesehen werden soll, muß durch die Vorderwand des Auges eintreten, um bis zur Netzhaut zu gelangen, woselbst der Nerv sich ausbreitet, der das Licht empfindet. Aber selbst zu diesem kleinen Stückchen Raum braucht das Licht, das so schnelle, unglaublich schnelle Licht eine Zeit, und während dieser so sehr unglaublich kleinen Zeit ist die Erde ein Stück vorwärts gerückt; der Lichtstrahl geht also auch hier schräg und wir erhalten den Eindruck derselben von einer Stelle des Himmels her, wo in Wahrheit gar kein Stern steht! —

Diese Erscheinung nennt man die Aberration oder die Ab-Irrung des Lichtes, und die Bedeutung dieser höchst merkwürdigen Entdeckung wollen wir nunmehr in Kurzem unsern Lesern vorführen.

VII. Wie Bradley die Ab-Irrung des Lichtes entdeckte.

Schon die Art und Weise, wie die Ab-Irrung des Lichtes entdeckt wurde, ist eben so merkwürdig wie interessant.

Wie in vielen Zweigen der Wissenschaft ging es auch hierbei, daß der Entdecker eigentlich etwas ganz anderes

suchte und bei dieser Gelegenheit auf Erscheinungen stieß, die ihm als unerklärlich auffielen, und während das Gesuchte nicht gefunden werden konnte, gab das Suchen die Veranlassung zu einer neuen, nicht vermutheten Entdeckung.

Bradley, der Entdecker der Aberration des Lichts, wollte eigentlich die schon von allen Astronomen vergeblich angestellten Beobachtungen wiederholen, um die Entfernung eines Fixsterns von der Erde zu erforschen. Er wußte freilich, daß diese Entfernung außerordentlich groß sein müsse, daß selbst der nächste Fixstern wol millionenmal entfernter von uns sein müsse, als die Sonne; allein er hoffte dennoch durch getreue Beobachtungen eines Sternes während eines ganzen Jahres hinter dies Geheimniß zu kommen.

Er stellte sich vor, daß wenn er sein Fernrohr auf einen Stern richten würde, der genau seitwärts von der Bahn liegt, in welcher die Erde um die Sonne läuft, so müßte es sich doch wol im Laufe des Jahres zeigen, daß der Stern scheinbar seinen Ort verändere, und dies wäre ihm genügend gewesen, um dadurch die Entfernung dieses einen Sternes von der Erde zu erkennen.

Nach seiner Vorstellung müßte der Stern zur Zeit, wo die Erde demselben nach rechts vorüberläuft, ein wenig nach links zu laufen scheinen; zur Zeit wo die Erde sich in der Bahn abwärts bewegt, müßte der Stern ein wenig aufwärts zu steigen scheinen; zur Zeit, wo die Erde in ihrer Bahn wieder zurück nach links läuft, müßte der Stern eine scheinbare Bewegung nach rechts machen; und wenn die Erde sich wieder in ihrer Bahn aufwärts bewegt, müßte der Stern scheinbar eine Bewegung abwärts zeigen. Bradley hoffte, daß es ihm so gelingen würde, im Laufe eines Jahres, wo die Erde einen großen Kreis

um die Sonne beschreibt, am Stern einen entgegengesetzten kleinen scheinbaren Kreislauf zu bemerken, und aus dem Verhältniß des großen Kreises der Erde zu dem kleinen, den der Stern scheinbar machen würde, wollte er die Entfernung des Sternes von der Erde berechnen.

Sein Plan war wissenschaftlich vollkommen richtig; nur war zur damaligen Zeit noch nicht das Fernrohr zu solchen feinen Beobachtungen ausreichend genau gearbeitet, und es gelang derselbe Plan erst in unseren Zeiten dem großen Astronomen Bessel, dessen Scharfsinn und Beobachtungsgabe noch die Verbesserung des Fernrohrs zu Hilfe gekommen war.

Bradley sah das, was er suchte, nicht. Der Stern machte nicht jene Scheinbewegung, die er zu sehen hoffte; aber dafür sah er etwas anderes und zwar, daß der Stern nicht immer an demselben Orte zu stehen scheine, sobald die Erde eine andere Richtung in ihrem Laufe annehme. Genaue, scharfe, jahrelange Beobachtungen zeigten ihm, daß der Stern, statt zurückzuweichen, wenn die Erde sich bei ihm vorüber bewegt, sich gerade umgekehrt nach vorwärts zu bewegen scheint, und diese seinen Vermuthungen fast ganz entgegengesetzten Erscheinungen führten ihn auf den wahren Gedanken, den wir bereits angegeben haben, auf den Gedanken, daß der Lichtstrahl sowol in seinem Lauf durch das Fernrohr wie durch unser Auge wegen der gleichzeitig stattfindenden Bewegung der Erde von seiner Richtung abweichend erscheinen muß.

Was Bradley nur an dem einen Stern bemerkte, daß nämlich sein abirrender Strahl ihn uns an einer Stelle zeigt, wo er in Wahrheit nicht steht, das hat sich bei allen Sternen bestätigt gefunden, und aus dem Umstand, daß diese Abirrung des Lichtstrahls an allen Fixsternen gleich groß ist, ist der Beweis geführt, daß alles Licht, es möge

herkommen, von welchem Weltkörper es wolle, und herrühren, von welcher Weltgegend es sei, immer mit derselben Geschwindigkeit von 41,000 Meilen in der Sekunde sich bewege.

Bedenken wir aber, daß es eben so kleine wie große, hellleuchtende wie schwachleuchtende Sterne giebt, ebenso das Licht der fernsten wie der nahen Sterne zu uns gelangt, und daß trotzdem jeder Lichtstrahl dem gleichen Gesetz unterworfen ist und also immer dieselbe Geschwindigkeit besitzt, so haben wir in diesem Gesetz des Lichtes nicht nur ein solches, das durch alle Räume des Weltalls gültig ist, sondern auch eins, das für jede Art von Licht gilt, es sei fern oder nah', es sei groß oder klein. — Ja, die Wahrheit dieses Gesetzes von der Geschwindigkeit des Lichtes gilt auch für alle vergangenen Zeiten, denn wir werden sofort sehen, daß man das Recht hat zu schließen, es sei das Licht vor Millionen von Jahren auch nicht anders, und dessen Geschwindigkeit dem jetzigen ganz gleich gewesen. —

VIII. Ein Blick in die Unendlichkeit der Welt.

Man darf die Behauptung aufstellen, daß es erst, seitdem die Geschwindigkeit des Lichtes erforscht worden, dem Menschengeist gelungen ist, sich einen großartigen Maßstab für das Begreifen unendlicher Zeiten und unendlicher Räume zu schaffen.

Eine Sekunde ist eine so kleine Zeit, und 41,000 Meilen ist dagegen ein so ungeheurer Raum, daß hierzu eine Kühnheit des Gedankens gehört, diesen ungeheuren Raum einer so geringen Zeit gleich zu setzen. Nun läßt

es sich zwar nicht leugnen, daß die Philosophen aller Zeiten mit dem Gedanken der Unendlichkeit stets ein sehr kühnes Spiel getrieben und daß es an Vorstellungen von unendlichen Zeiten und unendlichen Räumen nicht gefehlt hat. Allein es ist ganz etwas anderes, wenn Gedanken dieser Art nur ein Ausfluß abstrakter Ideen, oder wenn sie aus den Beobachtungen einer Welt der Wirklichkeit entnommen sind. Es ist ganz etwas anderes, wenn der menschliche Geist sich nur mit leeren Zahlen beschäftigt und unendliche Summen in Ziffern ausdrückt, als wenn er sich sagt, daß in der wirklichen Welt eine Geschwindigkeit vorhanden und wirksam ist, von der sich Jeder überzeugen kann, daß in dieser Geschwindigkeit eine kleine Sekunde einen für unsere Begriffe unendlich großen Raum von 41,000 Meilen umfaßt.

In der That hat die Vorstellungskraft der Menschen durch diese Entdeckung einen höheren Aufschwung genommen und zugleich eine festere Grundlage in der Wirklichkeit erhalten. Aus der erkannten Geschwindigkeit des Lichtes, im Verein mit der weiter fortgeschrittenen Forschung, welcher es in neuerer Zeit wirklich gelungen ist, die Entfernung einiger Fixsterne zu messen, erschließen sich dem menschlichen Geist sichere und feste, auf Natur-Wahrheiten gegründete Annahmen über das Weltall, die sonst nur zu den leeren Phantasien gehörten, mit welchen man ein um so harmloseres Spiel zu treiben im Stande ist, je weniger Naturwahrheit dahinter steckt.

Was Bradley vergebens gesucht hatte, gelang nämlich seit etwa fünfzehn Jahren mehrfach. Der unsterbliche Astronom Bessel vermochte die Entfernung des wahrscheinlich der Sonne nächsten Fixsternes zu messen. Es ist dies ein kleiner Stern im Sternbild des Schwanes, welcher dem Auge keine besondere Merkwürdigkeit darbietet, der

aber durch seine sehr merklichen Ortsveränderungen die Aufmerksamkeit der Astronomen auf sich gezogen hatte. Bessel's unvergleichlich genaue Messungen und Beobachtungen entdeckten, daß wirklich an diesem Stern die jährliche scheinbare Bewegung zu merken ist, welche durch den Umlauf der Erde um die Sonne hervorgebracht wird. Der Stern beschreibt scheinbar einen äußerst kleinen, der Umlaufsbahn der Erde entgegengesetzten Kreis, und aus der genauen Messung dieses Kreises ergab sich, daß der Stern, wahrscheinlich der nächste Fixstern, in einer Entfernung von 14 Billionen Meilen von der Sonne sich befindet. —

Eine Entfernung dieser Art ist für die menschliche Vorstellungsgabe vollkommen unerfaßlich. Ein Dampfwagen, der täglich 200 Meilen zurücklegt, würde nicht weniger als 200 Millionen Tage brauchen, um zu diesem Stern zu gelangen. Nur durch die Geschwindigkeit des Lichtes vermag man sich einen nähern Maßstab für diese Entfernung zu verschaffen. Das Licht dieses Sternes braucht eine Zeit von 10 Jahren und drei Monaten, um zu uns zu gelangen.

Den Astronomen Struve und Argelander sind noch einige Messungen gelungen, aus welchen sich die Entfernungen anderer Fixsterne mit gleicher Sicherheit ergeben. Die Resultate sind denen Bessel's ähnlich und man hat Ursache, die ungefähre Entfernung eines Fixsternes vom andern so anzunehmen, daß das Licht einen Zeitraum von zehn Jahren braucht, um von einem zum andern zu gelangen.

Ist dem aber so, so ist dem menschlichen Geiste ein verständlicherer Blick in die Unendlichkeit der Räume und somit auch in die Unendlichkeit der Zeiten eröffnet.

Nehmen wir an, daß durchschnittlich ein Fixstern vom

andern eben so entfernt ist, wie die Sonne von dem ihr nächsten Fixstern, so ist es klar, daß von zehn Sternen, die scheinbar neben einander am Sternenhimmel stehen, Einer zehnmal entfernter von uns ist, als der nächste. Sein Licht braucht also ein Jahrhundert, um zu uns zu gelangen.

Nun aber giebt es Stellen am Himmel, wo das Fernrohr Hunderte, ja sogar Tausende von Sternen in einer Richtung stehend zeigt. Unter diesen Hunderten ist ohne Zweifel einer, der hundertmal weiter entfernt ist, als der uns nächste. Sein Licht braucht also ein Jahrtausend, um bis zu uns zu kommen. Wo man Tausende beisammen sieht, ist ohne Zweifel auch ein Stern darunter, dessen Licht, das jetzt in unser Auge fällt, bereits zehntausend Jahre unterwegs ist. — Beweist aber das Gesetz der Ab-Irrung des Lichtes, daß auch dessen Licht dieselbe Geschwindigkeit hat, die wir am Lichte überhaupt beobachten, so sehen wir, daß wir hier in der erforschten Geschwindigkeit des Lichtes ein Naturgesetz haben, dessen Wahrheit zurückgreift in zehntausend Jahre, in eine Zeit, von welcher unsere Voreltern glaubten, daß da die Welt noch garnicht geschaffen gewesen sei! —

All' das sind jetzt nicht mehr Phantasien, geistreiche Einfälle, sondern wirkliche auf Naturwahrheiten gegründete Schlüsse.

IX. Vergangenheit und Ewigkeit.

Obwol wir uns bei Betrachtung der Natur nicht gern von dem Boden der wirklichen Beobachtung entfernen, uns noch weniger gern auf das Gebiet der Gedankenspiele,

der Spekulation, verirren, so können wir doch dem Reiz nicht widerstehen, bei dem diesmaligen Thema von unsern Grundsätzen hierin abzuweichen.

Die Geschwindigkeit des Lichts, welches in so ungemein kurzer Zeit so ungeheure Räume durcheilt, und wiederum der Gedanke, daß dieser Bote aus der Ferne oft Jahrtausende unterwegs ist und uns Nachrichten bringt aus Zeiten, welche längst geschwunden sind; dies zusammen führt unwillkürlich unsern Geist zur Betrachtung und Vergleichung von Raum und Zeit, und regte ihn zu Gedanken an, die im höchsten Grade interessant sind und die wir unsern Lesern hier nicht vorenthalten wollen.

Wir folgen bei diesen Betrachtungen einer kleinen Schrift, welche ein uns unbekannter scharfsinniger Denker vor mehreren Jahren in Breslau herausgab, einem Schriftchen, welches das Verdienst der Kürze und des Gedankenreichthums in so hohem Maße besitzt, daß wir nicht umhin können, zu wünschen, daß dessen Verfasser die Lesewelt mit ferneren Gaben derart erfreuen möge*).

Der ungenannte Verfasser stellt seine sinnigen Betrachtungen in folgender Weise an:

Es ist eine bekannte Wahrheit, daß das Licht zu uns von Sternen herkommt, die möglicherweise bereits vor Jahrtausenden untergegangen sind. Das Licht ist der Bote aus vergangenen Zeiten und zeigt uns Dinge, die in Wahrheit nicht mehr existiren. Denken wir uns nun ein Auge mit so scharfem Blick begabt, daß es nicht nur das Licht eines Sternes, sondern auch das Licht all' der Gegenstände, der Wesen und ihrer Umgebung genau sieht, welche auf dem Sterne vorhanden sind, so würde dieses Auge

---

*) Der Titel dieses Schriftchens ist: „Der Mensch und die Sterne von X. Y. Z. Breslau 1846."

Vorgänge und Thatsachen auf den Sternen sehen, welche einer längst untergegangenen Zeit angehören.

Ganz dasselbe wird auch auf fernen Sternen der Fall sein, wenn dort ein Wesen existirt, das einen so ungeheuer scharfen Blick hat, daß es nicht nur unsere Erde sieht, sondern daß es auch all' das zu sehen vermag, was auf derselben vorgeht. Mag das Auge dieses Wesens an sich noch so scharfsichtig, mag es mit unendlich besseren Fernröhren versorgt sein; es wird, gleichviel, Dinge auf unserer Erde sehen, die für uns schon nicht mehr existiren.

Ein solches Auge auf dem Monde würde freilich nur die Dinge auf Erden sehen, die eine Sekunde vorher passirten. Ein solches Auge auf der Sonne würde Dinge auf Erden sehen, die acht Minuten vorher stattfanden; und das will eben wenig sagen. Aber versetzen wir ein solches Auge auf den nächsten der Fixsterne, dessen Licht erst in zehn Jahren zur Erde dringt, so wird dieses Auge die Erde und alles, was auf ihr vorgeht, noch so sehen, wie es vor zehn Jahren war. Alle, die im Laufe der letzten zehn Jahre gestorben sind, existiren für jenes Auge noch immer. Dinge, die innerhalb der zehn Jahre geschehen sind, haben dort noch garnicht begonnen. Die Märzrevolution des Jahres 1848 ist noch nicht bis zu dem nächsten Fixsterne gelangt. Das Auge, das wir uns dort denken, wird erst im Jahre 1858 all' das sehen, was wir als längst vergangen betrachten. Die Nachricht, oder richtiger das Licht, welches all' dies, was auf Erden passirt ist, zeigt, ist noch unterwegs zu dem ersten Fixstern, und auf diesem Wege ist irgendwo ein Ort vorhanden, wo in diesem Augenblick das wirklich vollständig existirt, was längst dahin ist.

Es giebt aber Sterne, die dreißigmal so entfernt sind, als der nächste Fixstern. Hier gelangt jetzt das Licht

an all' dem hin, was vor dreihundert Jahren auf Erden passirt ist. Ein Auge, das wir uns dort denken, sieht Luther umherwandeln. An irgend einer Stelle des unendlichen Raumes steht der große Reformator noch vor dem Reichstag. Aber noch weiter und immer weiter ist der Raum des Weltalls. In irgend einem Punkte dieses Raumes entdeckt Columbus erst Amerika. An einem andern noch ferneren Punkte lebt Mohamed noch, an einem noch entfernteren wandelt Jesus noch unter den Lebenden. In noch weiterer Ferne existirt Moses noch, und in noch weiterer Ferne durchzieht jetzt Abraham das Land seines Erbes. —

Aber auch alles, was zwischen diesen Zeiten der Vergangenheit liegt, all' das existirt noch irgendwo, sobald man das Auge an die richtige Stelle bringt, wo das Licht eben erst anlangt. — Es ist hiernach alles, was vergangen ist, immer noch vorhanden, es geht alles noch irgend wo vor. Je weiter wir durch den Raum dringen, desto tiefer dringen wir in die Vergangenheit zurück, und hieraus folgt die Konsequenz, daß wenn der Raum unendlich ist, auch alles, was geschehen ist, ewig ist. — Die Vergangenheit ist eine Ewigkeit!

Wir können den interessanten Vorstellungen dieser Art die innere Wahrheit nicht absprechen und haben uns auch nicht versagen mögen, diese Gedanken in unsern Lesern einmal anzuregen; allein wir sind eingedenk, daß sie nicht mehr in das Gebiet der Naturwissenschaft hineingehören, und indem wir jeden Liebhaber solcher Ideen auf das Gebiet der Spekulation verweisen, wollen wir zur Wirklichkeit zurückkehren und im folgenden Abschnitt unser Thema von der Geschwindigkeit des Lichts mit einer Betrachtung des Lichts im Bereich unseres Sonnensystems beschließen.

X. Schlußbetrachtung.

Während die Entfernung der Fixsterne von uns eigentlich nur von drei derselben genauer bekannt ist, sind die Entfernungen im Sonnensystem mit außerordentlicher Genauigkeit bereits gemessen; mit größerer Genauigkeit als man die Entfernung zweier Hauptstädte auf der Erde von einander anzugeben vermag. Indem nun die Geschwindigkeit des Lichts gleichfalls bekannt ist, kann man von Allem was im Sonnensystem sichtbar ist mit Genauigkeit angeben, wann der Bote der Erscheinung, das Licht, seinen ursprünglichen Ort verlassen, wie lange er unterwegs sich aufhielt und wie viel Zeit er brauchte, um bis zu uns zu kommen.

Wir wollen einmal einige Angaben dafür hier machen.

Im ganzen Sonnensystem hat nur die Sonne allein eignes Licht; alle anderen Himmelskörper, sowol Planeten wie Monde sind finster, sobald sie nicht von der Sonne beleuchtet werden.

Wenn wir also einen Planeten oder einen Mond derselben sehen, sehen wir nicht sein Licht, sondern das der Sonne, welches er nach allen Richtungen zurückstrahlt. Wollen wir nun wissen, wie lange es her ist, daß dieser Lichtstrahl aus seiner Quelle entsprungen ist, so müssen wir erstlich die Zeit veranschlagen, die er brauchte, um von der Sonne bis zu dem bestimmten Planeten zu kommen, und die Zeit hinzurechnen, welche der Lichtstrahl in seiner Wanderung vom Planeten bis zu uns zubrachte.

Das Licht der Sonne braucht 8 Minuten, um zu uns zu gelangen. Da nun alles Licht der Himmelskörper das wir zu sehen bekommen erst von der Sonne kommt, so ist es immer mindestens 8 Minuten alt. Einen Lichtstrahl von geringerem Alter kennen wir nicht; dafür aber haben

wir bei den Planeten eine reiche Auswahl, uns Licht von jedem Alter zu verschaffen und die Natur desselben zu untersuchen, ob es durch das Alter irgendwie sich verändert. Eine Veränderung dieser Art hat sich indessen nicht gezeigt.

Der der Sonne nächste Planet ist Merkur. Seine Entfernung von der Sonne, acht Millionen Meilen, durcheilt das Licht in drei Minuten zwölf Sekunden, und beobachten wir diesen Planeten, wo er der Erde am entferntesten ist, also wo er jenseits der Sonne steht, so erlangen wir sein Licht in einem Alter von ungefähr einer Viertelstunde. Venus, der zweite Planet, sendet uns Lichtstrahlen zurück, welche zwanzig Minuten vorher die Sonne verlassen haben. — Der Mond, der von der Erde nur 50,000 Meilen entfernt ist, sendet uns sein Licht schon in der Zeit von 1¼ Sekunde; allein, da auch er das Licht erst von der Sonne beziehen muß, so ist es dennoch immer schon mehr als 8 Minuten alt. Vom Monde bekommen wir auch manchmal ganz eigenthümliches Licht. Nach der Zeit des Neumondes, wo der Mond am westlichen Himmel nur in einer feinen schmalen Sichel sichtbar ist, erblickt man zuweilen die ganze von der Sonne unbeleuchtete runde Scheibe des Mondes in einem fahlen eigenthümlichen Lichte. Dieses Licht, das der Mond uns zusendet, ist nicht direktes Sonnenlicht, auch nicht eigenes Licht des Mondes, sondern es ist unseres. Um die Zeit, wo wir Neumond haben, steht der Mond so zwischen Sonne und Erde, daß er der Erde die dunkele Seite zuwendet; dagegen ist die voll beleuchtete Erde dem Mond zugewendet. Wie wir hier beim Vollmond die Nacht erleuchtet sehen, so ist die Nacht des Mondes um diese Zeit durch die volle beleuchtete Erde erhellt. Wir sehen also den Mond in fahlem Lichte erscheinen, weil wir ihn in der Zeit erblicken, wo

die vollbeleuchtete Erde ihn bescheint, das heißt: wir erhalten vom Monde Lichtstrahlen zurück, die die Erde ihm gesendet hat. Da dies aber auch Strahlen sind, die der Sonne entnommen werden, so haben wir in diesem Lichte ein solches, das eine eigene Wanderung durchgemacht hat. Es ist von der Sonne in 8 Minuten zur Erde gekommen, ist in einer Sekunde von der Erde zurück zum Mond geschleudert worden und wird von dort in der nächsten Sekunde uns wieder zurückgeschickt. Wir haben also hier ein Licht, das im Zickzack her und hin und wieder her lief, ehe es in unser Auge kam.

Am Planeten Mars können wir Licht wahrnehmen, welches schon an 40 Minuten alt ist. Die 28 kleinen Planeten, die zwischen Mars und Jupiter ihren Umlauf um die Sonne machen, senden uns je nach ihrer Stellung Licht von sehr verschiedenem Alter zu. Es ist ihr Licht zuweilen schon an 50 Minuten alt, bevor es uns erreicht. — Von Jupiter gelangt das Licht, wie wir bereits angegeben, zur Zeit wo wir ihm am nächsten sind, an 16 Minuten früher zu uns als zur Zeit, wo wir ihm am entferntesten sind. Im erstern Falle erhalten wir von ihm Licht, das erst in unser Auge gelangt, nachdem es eine Stunde und zwei Minuten vorher die Sonne verlassen hat, im letzteren Falle ist es um 16 Minuten älter, also 1 Stunde und 18 Minuten alt. — Vom Saturn erreicht uns das Licht in Zeit von drittehalb Stunden, nachdem es die Sonne verlassen. Vom Uranus ist das Licht auf seiner Bahn von der Sonne bis zu ihm und dann zu uns an 6 Stunden unterweges. Vom letzten der bisher bekannten Planeten, vom Neptun ist das Licht an 9 Stunden alt, wenn es in unser Auge gelangt.

Das Sonnensystem bietet uns so Licht von sehr verschiedenem Alter, und da jede Art desselben von ganz gleicher

Geschwindigkeit sich erweist, so ist das Gesetz von der Geschwindigkeit des Lichtes wol das allgemeinste aller Naturgesetze zu nennen, und deutet auf eine einzige allgemeine Ursache, welche den ganzen unendlichen Weltenraum erhellt.

So sind wir denn von der Geschwindigkeit des Lichtes zu dem Schluß gekommen, daß es eine gemeinsame Ursache der Fortpflanzung des Lichtes geben muß und dies eröffnet uns den Weg zu der Natur des Lichtes, von welcher wir unsern Lesern späterhin einmal das von der Wissenschaft Erforschte vorzuführen gedenken.

Ueber Bäder und deren Wirkung.

I. Was das Wasser alles kann.

In der Zeit, in welcher immer mehr das Baden theils zur Herstellung, theils zur Erholung der Gesundheit, theils als Kühlung, theils als angenehme Belustigung in Aufschwung kommt, halten wir es für geeignet, unsern Lesern über Bäder und deren Wirkung ein paar Worte der Belehrung vorzuführen.

Daß es mit dem Baden seine eigene Bewandniß haben müsse, das hat wol schon Jeder bemerkt, der sich all' Diejenigen ansieht, welche sich beim Gebrauch eines und desselben gewöhnlichen Bades zusammenfinden. — Hier sehen wir oft einen Schmerbauch, der in der Hoffnung, daß das Wasser, wie er sagt „zehrt", seinen übermäßig genährten Leib den Wellen anvertraut, um mager zu werden. Neben ihm erblicken wir einen hagern bleichen Mann, der mit Neid auf die Fülle seines Nachbars blickt, und der in der Hoffnung in's Bad geht, seine geschwächte Ernährung aufzurichten. Dort sehen wir einen Beamten, einen Gelehrten, der durch den ganzen Tag seinen Stuhl nicht verlassen hat, ins Wasser gehen, um seinen

steifgewordenen Leib anzuregen; und neben ihm wirft ein Arbeiter, der seine Glieder durch den ganzen lieben langen Sommertag mit Energie und im Schweiß seines Angesichts gerührt hat, seine Kleider ab, um sich im Wasser zur erquicklichen Ruhe vorzubereiten. — Da klagt Einer über Schläfrigkeit und Trägheit in den Gliedern und hofft durch ein Flußbad aufgeweckt zu werden; und neben ihm erzählt ein Anderer, wie er ohne Bad die Nacht in Schlaflosigkeit zubringe und wie dies ihn nöthige, sich aus dem Wasser Schlaflust zu holen. Dem einen sitzt es im Kopf, dem andern in den Beinen und Beide gehen in's nasse Element, um der Gesundheit theilhaftig zu werden. Und zwischen diesen, welche die entgegengesetzten Wirkungen vom Bade hoffen, wimmeln völlig Gesunde umher, um sich im Wasser zu tummeln und auf den Wellen umherzuschwimmen aus purer frischer Lebenslust.

Bedenken wir nun, daß fast alle das Bad verlassen mit dem Gefühl, daß es ihnen wohlgethan, und daß dieses Gefühl nur höchst selten täuscht; daß mithin das Bad wirklich die gehoffte Wirkung hat, so muß man gestehen, daß es mit dem Baden in der That seine eigene Bewandniß habe und daß im Wasser eine Art Universal-Medizin sein muß, die in allen Fällen wohlthätig einwirkt.

Wir haben hier freilich nur das kalte Flußbad im Auge gehabt, dessen man sich in den Sommermonaten so fleißig bedient, und auch nur die keineswegs kranken Besucher desselben betrachtet, die nicht an Uebeln leiden, welche sie nöthigen, die Hilfe des Arztes in Anspruch zu nehmen. Bedenken wir jedoch, daß in vielen Krankheitsfällen die Bäder als eines der wirksamsten Heilmittel gelten, daß es Wasserheilanstalten giebt, in denen viele Gebrechen in der That Hilfe und Linderung und oft vollständige Heilung finden, daß See- und Mineral-Bäder der

Sammelplatz vieler Schwerleidenden sind, daß selbst bei häuslicher Behandlung die Umschläge, die kalten Einwickelungen, die nassen Abreibungen, die lauen und die kalten Begießungen und Bäder eine wesentliche Rolle spielen, daß endlich gar außerordentlich heiße Dampfbäder, wo der Leib nicht dem Wasser sondern der Hitze des Wasserdampfes ausgesetzt wird, zur Anwendung kommen, und zwar meisthin mit gewünschtem Erfolge, so muß sich die Achtung vor dem Gebrauch des Bades im Allgemeinen nur steigern und man wird es gerechtfertigt finden, wenn wir das Nachdenken unserer Leser auf dieses Thema lenken.

Bei unsern naturwissenschaftlichen Betrachtungen können wir freilich nicht auf die rein medizinischen Bäder eingehen. Wir schreiben nicht für Aerzte, die die wissenschaftlichen Quellen aus denen wir schöpfen theils selber eröffnen, theils fleißig benutzen. Noch weniger schreiben wir für Kranke, weil wir das schwere Uebel kennen, welches gemeinfaßliche Schriften für Kranke zu Wege bringen. Schriften dieser Art haben stets nur Hypochonder gemacht, und sind auch meist nur eine Spekulation auf die große Zahl derer, die von dieser lebenverbitternden Krankheit geplagt sind. Wir schreiben für Gesunde, die ihre Gesundheit erhalten wollen, ohne allzu ängstlich nach dem eignen Puls zu fühlen; wir schreiben für solche, die zugleich den Wunsch haben, die Wirkung des Bades vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus beurtheilen zu können und die Einsicht wünschen in eine in der That außerordentliche Heil- und Gesundheits-Quelle, welche die Natur uns im Wasser und in der verschiedenen Art seiner Anwendung geliefert.

Um zu dieser Einsicht zu gelangen, wollen wir nicht sogleich einen Kopfsprung in's Wasser machen, sondern

wir müssen einige wichtige Dinge, die diesem Thema drum und dran hängen, vorerst näher kennen lernen.

II. Wir leben in einem Luftbade.

Wenn wir uns über die verschiedenen Wirkungen der Bäder klare Rechenschaft geben wollen, müssen wir auf die Naturbeschaffenheit der Luft Rücksicht nehmen, in welcher wir leben; auf die Naturbeschaffenheit des Wassers, mit welchem wir statt der Luft zeitweise während des Badens unsern Körper umgeben; und endlich auf die Naturbeschaffenheit unserer Haut, die eigentlich das Hauptgeschäft beim Baden zu verrichten hat.

Im natürlichen Zustand sind wir stets von einer Luftschicht umgeben, die vom wesentlichsten Einfluß auf unsern Körper ist. Nicht allein, daß wir die Luft durch die Lungen einathmen, ihren Sauerstoff verbrauchen und das Verbrauchte als Kohlensäure wieder ausathmen, wir stehen auch durch unsere Haut in fortwährender Wechselwirkung mit der Luft. Wir dünsten fortwährend Wassergas durch die Haut aus und nehmen auch durch die Haut Sauerstoff aus der Luft ein.

Wir werden sofort zeigen, wie unsere Haut zu diesem Geschäft ganz vortrefflich eingerichtet ist; für jetzt wollen wir nur die Eine Thatsache hier anführen, die den Beweis liefert, daß wir ohne diese Wechselwirkung zwischen unserm Innern und der Luft nicht leben können. Wenn man zwei Drittel der Haut durch irgend einen Lack-Ueberzug undurchdringlich macht, und so die Ausdünstung und die Einwirkung durch die Haut verhindert, dann erfolgt nach kurzer Zeit der Tod. Bei Verbrennungen eines großen Theils der Haut, wie dies zuweilen in Fäl-

len stattfindet, wo Personen, die sich den Körper mit Spiritus gewaschen, einem Lichte zu nahe kommen, sind es nicht die oft nur sehr leichten Brandwunden, die so gefährlich werden, sondern es erfolgt zuweilen der Tod, weil die angebrannte Haut die Ausdünstung und Einwirkung der Luft verhindert.

Da wir fortwährend und in allen Theilen unseres Körpers von Luft umgeben sind, so wirkt sowol die Wärme wie die Kälte der Luft auf uns ein. Allein die Luft hat eine Eigenschaft, welche diese Einwirkung sehr mildert. Die Luft ist ein schlechter, ja der schlechteste Wärme-Leiter. Das heißt: die Wärme bahnt sich sehr schwierig ihren Weg durch die Luft, und deshalb verlieren wir durch die kalte Luft nicht viel Wärme aus dem Körper und giebt uns heiße Luft nicht ihre ganze Wärme ab. — Es kommt vor, daß man im Winter in ein Zimmer tritt, wo acht bis zehn Grad Kälte herrschen, und Jeder wird die Beobachtung gemacht haben, daß es sehr lange dauert, bevor man an Gesicht und Händen in solchem Zimmer schlimme oder schmerzhafte Eindrücke der Kälte empfindet. Ganz anders ist es aber, wenn man die Hand in Wasser steckt, das z. B. nur drei Grad Wärme hat; obgleich das Wasser um dreizehn Grad wärmer ist als die Luft jenes Zimmers, geht doch die Erkaltung der Hand außerordentlich schneller und also auch empfindlicher vor sich. — Daß es mit der Erwärmung ebenso ist, davon kann man sich gleichfalls durch Versuche überzeugen. Sehr oft ist es in heißen Sommertagen auf der Sonnenseite der Straße kaum auszuhalten vor Hitze, während man nur einen Schritt nach der Schattenseite zu thun braucht, um angenehme Kühlung zu empfinden. Würde sich die Wärme leicht durch die Luft mittheilen, so würde es im Schatten so heiß sein wie in der Sonne. — Heiße

Luft giebt ihre Wärme sehr schwer ab. Die wirthlichen Hausfrauen setzen bei vielen Verrichtungen am Feuerheerd ihre Hände sehr oft einer außerordentlich hohen Hitze aus, und zuweilen, z. B. beim Kaffeebrennen, geschieht dies durch sehr lange Zeit, ohne daß sie sich die Hände verbrennen. In einer Röhre des Stubenofens, worin Wasser in Kochen geräth, herrscht eine Hitze von mindestens 80 Grad, gleichwol kann man die Hand in die Röhre halten, ohne sich zu verbrennen. In den geheizten Bratöfen unserer gewöhnlichen Küchen herrscht oft eine bei weitem höhere Hitze, in welcher sogar Fett verdampft, und dennoch steckt die Hausfrau auf kurze Zeit ohne Gefahr den Arm hinein, um den Braten zurechtzurücken und schützt sich höchstens die Finger, mit welchen sie die Bratpfanne berührt. In Dampfbädern, woselbst oft eine Hitze von 100 Grad herrscht, kann man es eine Zeit lang recht gut aushalten. Auf Dampfschiffen steht der Maschinist und Feuermann in einem Raum vor dem Ofen, wo selbst zuweilen ein furchtbarer Grad von Hitze herrscht, ohne daß diese ihnen schadet. — Wie sehr man sich aber verbrüht, wenn man auch nur eine Sekunde den Finger in Wasser steckt, das 60 — 70 Grad heiß ist, wird schon Jeder selber erfahren haben.

Hieraus geht hervor, daß es mit der Luft ein ganz eigen Ding und durchaus anders ist, als mit Wasser. Kalte Luft entzieht unserm Körper nicht schnell Wärme. In der Luft also, in welcher wir leben, vermag sich die Wärme unseres Körpers auf dem ihm natürlichen und nöthigen Grad sehr lange zu erhalten. Wir können kältere, wir können heißere Luft vertragen, ohne sofort darunter zu leiden und eine bedeutende Veränderung im Körper zu verspüren.

Noch eine Eigenschaft der Luft müssen wir hervor-

heben. Sie ist der leichteste Stoff, der sich in der Natur vorfindet. Zwar ist Wasserstoffgas viel leichter; allein dieses Gas findet sich fast gar nicht fertig in der Natur vor. Wasser dagegen ist ein bei weitem schwererer Stoff. Die Luft übt nun zwar trotzdem, daß sie so leicht ist, einen bedeutenden Druck nach allen Seiten auf unsern Körper aus, weil die Luftschicht, in welcher wir leben, von einer viele Meilen hohen Luftschicht gepreßt ist. Da aber auch alles Wasser von derselben Luftschicht gedrückt wird, und außerdem das Wasser selber noch ein schwerer Stoff ist, so ist der Druck, den ein Körper erleidet, wenn er in Wasser gebracht wird, wesentlich stärker als der, welchen er in der Luft zu ertragen hat.

Wir leben in der Luft: das heißt, wir genießen fortwährend ein Luftbad; da aber, wie wir sogleich sehen werden, das Wasser von anderer Naturbeschaffenheit ist als die Luft, so darf es uns nicht wundern, daß eine Veränderung mit uns vorgeht, wenn wir ein Wasserbad nehmen.

III. Wie Wasser ein ander Ding ist.

Die Naturbeschaffenheit des Wassers ist in den Punkten, in welchen wir im vorhergehenden Abschnitt die Luft betrachtet haben, und ebenso in andern wesentlich von dieser verschieden.

Die Luft an sich ist trocken; sie nimmt deshalb Feuchtigkeit in sich auf, das heißt, es verdampfen wässerige Flüssigkeiten, wenn sie der Luft ausgesetzt werden. Die Luft zehrt also am Wasser und zwar in sehr starken Portionen; das Wasser dagegen nimmt nur wenig

Luft in sich auf; es hat aber die Eigenschaft einen großen Theil fester Stoffe, mit denen es in Berührung kommt, aufzulösen und sich beizumischen.

Setzt man bei trocknem Wetter einen Teller mit etwas Wasser an die freie Luft, so wird man bald finden, daß das Wasser weniger wird und nach und nach ganz und gar verschwunden ist. Im gewöhnlichen Leben sagt man, das Wasser sei ausgetrocknet oder eingetrocknet; in Wahrheit aber ist hier eine Verwandlung des Wassers vor sich gegangen. Es hat sich nach und nach in Wassergas verwandelt, dieses Wassergas hat sich der Luft, die über den Teller dahinstrich, beigemischt, und schwebt jetzt in der Luft und mit dieser umher. Das Wasser also ist luftförmig geworden.

Wie aber ist es, wenn in dem Wasser irgend etwas aufgelöst gewesen ist? Was wird daraus, wenn man etwas Zuckerwasser oder Salzwasser in dem Teller der Luft ausgesetzt hat? Schwimmt dann auch der Zucker oder das Salz mit in der Luft umher? Es ist dies keineswegs der Fall; man kann sich vielmehr durch einen Versuch sehr leicht davon überzeugen, daß Zucker oder Salz und ganz so alles andere, das im Wasser aufgelöst enthalten ist, im Teller zurückbleibt, und als feine Krystalle sichtbar sind.

Wir sehen also, daß das Wasser auflösend ist, das heißt, es verwandelt viele feste Stoffe in Flüssigkeiten und mischt sich diesen bei, dagegen ist die Luft destillirend, das heißt, sie verwandelt das Wasser in Gas und läßt die in demselben aufgelöst gewesenen Stoffe als festen Bestandtheil zurück.

Auf diesem Vorgang, der Auflösung vieler Stoffe im Wasser und dem Destilliren des Wassers und dem Zurückbleiben der festen Bestandtheile durch die Thätigkeit der

Luft, beruht ein bedeutender Theil der Thätigkeit der Natur sowol in der belebten wie in der unbelebten Welt; wir können jedoch in unserm Thema nicht weiter darauf Rücksicht nehmen, und müssen die weitern Verschiedenheiten des Wassers und der Luft näher in's Auge fassen.

Wir haben gesehen, daß die Luft ein sehr schlechter Leiter der Wärme ist, das heißt: sie nimmt sehr langsam die Wärme auf und giebt sie sehr langsam wieder von sich; beim Wasser ist es anders. Zwar ist Wasser im Vergleich mit andern Stoffen, z. B. mit Metallen noch immer ein sehr schlechter Wärme-Leiter. Man kann z. B. einen langen Zylinder mit Wasser schräg über eine Spiritusflamme halten, so daß das Wasser im obern Theil des Zylinders kocht, während im untern Theil des Zylinders das Wasser sehr wenig erwärmt ist. Würde das Wasser ein guter Leiter der Wärme sein, so müßte das Wasser im obern Theil des Zylinders dem im untern Theil seine Wärme abgeben, und demnach alles Wasser einen gleichen Grad von Hitze haben. Allein im Vergleich zur Luft ist Wasser immer noch ein starker Leiter der Wärme. — Unsere Hand erkaltet viel schneller in kaltem Wasser als in kalter trockner Luft, und wird vom heißen Wasser verbrüht, ohne von ebenso heißer Luft irgendwie genirt zu werden.

Wie bedeutend der Unterschied ist, ergiebt die tägliche Erfahrung. — Wenn die Luft fünfzehn Grad Wärme hat, so nennen wir sie eine laue Luft und sind im Stande in einem Zimmer, wo diese Luft trocken ist, mit Behaglichkeit Tage lang zu verweilen. Wasser dagegen nennt man erst lau, wenn es 28 bis 30 Grad Wärme hat, und wenn wir, sei es in den Kleidern, sei es nackt, länger als fünfzehn Minuten in einem fünfzehn Grad warmen Wasser zubringen, so klappern uns die Zähne vor Kälte.

Wir müssen noch einen Unterschied zwischen Wasser und Luft hier geltend machen, obwol wir gleich von vorn herein gestehen, daß wir hiermit ein noch wissenschaftlich nicht völlig klar gemachtes Feld betreten.

Luft ist im trockenen Zustand ein außerordentlich schlechter Leiter der Elektrizität. Wenn es nun auch noch sehr gewagt ist, von der elektrischen Thätigkeit in unserm Körper ein Langes und Breites mit voller Sicherheit, und namentlich in Bezug auf unsern Gesundheitszustand zu sprechen, so steht doch durch die glänzenden Forschungen Du Bois-Raymond's so viel fest, daß die Elektrizität eine bedeutende Rolle in unserm Körper spielt. Ferner steht es fest, daß unsere Haut, wenn sie nicht feucht ist, die Elektrizität ebenfalls sehr schlecht leitet, und sie gewissermaßen in dem Körper absperrt. — Dagegen ist Wasser ein vorzüglicher Leiter der Elektrizität, und indem dies unsere Haut durchfeuchtet, öffnet es allen elektrischen Strömungen im Innern des Körpers den Weg nach außen hin, und bahnt den elektrischen Erdströmen den Weg nach innen.

Welchen Einfluß dies beim Bade, namentlich beim Bade in offenem Wasser hat, läßt sich auf dem jetzigen Standpunkt der Wissenschaft schwerlich mit Sicherheit angeben; aber ohne Einfluß bleibt es gewiß nicht. — Wasser also ist offenbar ein ander Ding als Luft.

Da es aber unsere Haut ist, die wir eigentlich beim Bade zu Markte tragen, so müssen wir die Naturbeschaffenheit derselben gleichfalls ins Auge fassen, und dies wollen wir im nächsten Abschnitt thun.

IV. In was für Haut wir stecken.

Die Haut ist der Ueberzug des Leibes und die Grenze zwischen der ganzen Welt draußen und der höchst wunderbaren Lebensfabrik im Innern des Menschen. Aber diese Grenze ist eigenthümlicher Natur. Wenn wir das Innere des Menschen das Inland, und die Welt draußen das Ausland nennen, so muß man sagen, daß die Grenzsperre nach dem Ausland bei weitem milder ist als die nach dem Inland. Die Haut sperrt den Menschen weit weniger von der Welt ab als die Welt von dem Menschen. Der Weg von innen nach außen ist sehr freimüthig in der Haut geöffnet; der Weg von außen nach innen ist schon weit weniger offen.

Nur bei fleischfressenden Thieren ist die Haut vollkommen verschlossen. Thiere dieser Art haben keine Schweißlöcher und schwitzen auch nicht; Hunde, z. B. die auch zu dieser Gattung gehören, strecken daher, wenn sie durch Laufen ihr Blut in stärkern Umlauf versetzt haben und heiß geworden sind, die Zunge weit aus dem Rachen, wodurch die Luftröhre sich weiter öffnet und ihnen ein heftiges schnelles Athem gestattet. Der Mensch, obgleich er auch ein fleischfressendes Thier ist, hat in seiner Haut einen bessern Apparat der Abkühlung, nämlich die Schweißlöcher, durch welche er warmen Wasserdampf von sich giebt, und dadurch eine außerordentliche Abkühlung des Körpers zu Wege bringt.

Die Haut indessen ist durchaus nicht eine einfache Art Sieb, sondern ist ein so bedeutendes und eigenthümliches Organ des Körpers, daß wir auf eine nähere Beschreibung derselben hier eingehen müssen.

Die Haut des Menschen besteht aus drei verschiedenen Lagen, die zusammen ein gar nicht schwaches Leder liefern.

Die obere Haut, welche wir auf dem Körper sehen, heißt die Hornhaut. In ihr fließt weder Blut noch sind in derselben Nerven vorhanden; sie ist deshalb blutlos und gefühllos. Von dieser Oberhaut kann man ganze Fetzen abschneiden, abreißen und abbeißen, ohne Schmerz zu empfinden. Sie reibt oder nutzt sich auch fortwährend ab, und erneut sich außerordentlich schnell. Wenn man sich ein Stückchen dieser Haut, z. B. von der Handfläche mit einem scharfen Federmesser abschneidet, so kann man, wenn man dieselbe gespannt gegen das Licht hält, sehr deutlich sehen, daß sie außerordentlich viele Löcher hat. Es sind dies die Schweißlöcher, deren Bestimmung wir sofort kennen lernen werden.

Unter dieser Hornhaut befindet sich die Lederhaut, welche von Nerven und Blutäderchen vielfach durchwebt ist. Es kommt vor, daß man sich durch einen Stoß am Schienbein die Oberhaut abgeschunden; in solchem Fall sieht man oft die Lederhaut unverletzt als eine glänzende, blutreiche, äußerst empfindliche Haut bloß liegen, ohne daß sie jedoch blutet oder schmerzt, wenn man sie nur vor kalter Luft schützt. In dieser, der Lederhaut, liegen die Wurzeln der Haare eingebettet, weshalb es auch schmerzt, wenn man sich ein Haar ausreißt. Auch diese zweite Haut ist durchlöchert, denn die Schweißkanäle führen durch sie hindurch, da die Quelle des Schweißes noch tiefer unter derselben liegt.

In der That ist es eben die dritte Haut, oder das Unterhaut-Zellgewebe, in welcher alle Schweißkanäle ihre Wurzeln haben. Es sind dies eigenthümlich gewundene Knäul-Drüsen, die durch ein starkes Vergrößerungsglas betrachtet, wie Därme aussehen. Diese stecken meist in einem Fettlager und haben das Geschäft, das Wasser aus dem im Umlauf begriffenen Blut, das an ihnen vor-

überstreicht, aufzunehmen und durch den Kanal hinauszubefördern. Mit diesem Wasser werden auch noch einzelne andere Stoffe aus dem Körper hinaus befördert, die dem Schweiß eigen sind, und von denen wir nur hier so viel sagen wollen, daß ihr Verbleiben im Körper, nachdem sie verbraucht sind, durchaus schädlich ist.

Es ist aber nicht durchaus nöthig, daß wir tropfbaren Schweiß aussondern; es ist vielmehr noch eine besondere Aufgabe der Haut, die darin besteht, daß sie in Gasform die verbrauchten Stoffe ausdünstet, und dies geschieht fortwährend, selbst wenn wir uns ruhig verhalten. Die gasförmige Aussonderung ist bei weitem wichtiger als die wässerige, denn ein Stocken derselben bringt die heftigsten Krankheiten hervor, und wie wir bei künstlichen Lack-Ueberzügen über den größten Theil der Haut sehen, erfolgt sogar in kurzer Zeit der Tod, während wol alle schon bemerkt haben, daß man wochenlang existiren und sich verhältnißmäßig ganz wohl befinden kann, ohne in wirklichen Schweiß zu gerathen.

Es würde uns zu weit führen, wenn wir hier auf die Art der Wirksamkeit der Haut genauer eingehen wollten. Wir haben uns für jetzt nur Einiges hierüber zu merken.

An der Oberhaut ist es wichtig, daß wir sie in einem Zustande erhalten, welcher sowol der gasförmigen, wie wässerigen Absonderung den Durchzug gestattet. — In der zweiten Haut stecken Blutadern und Nerven, und es läßt sich denken, daß bei rein gehaltener oberster Haut auch eine Einwirkung durch dieselbe auf Blut und Nerven möglich ist. Endlich sind nicht nur Blut und Nerven, sondern auch die Schweißdrüsen in der untersten Haut vorhanden, und auch auf diese ist eine mittelbare und unmittelbare Einwirkung von außen her möglich.

Daß beim Baden solche verschiedene Einwirkungen stattfinden, werden wir sogleich sehen, wenn wir erst noch einen wesentlichen Punkt über die Thätigkeit der Haut werden in Betracht gezogen haben.

V. Die Verdunstung durch die Haut.

Wie bereits gesagt, scheidet sich durch die Haut sowol flüssiges Wasser, das heißt Wasser in tropfbarer Gestalt aus dem Körper aus, wie Wasserdunst, das heißt Wasser in gasförmiger Gestalt. Betrachtet man nun die Haut selber, so zeigen sich nur die Schweißlöcher als die offenen Wege von innen nach außen, und es liegt nahe, daß man den ganzen Vorgang der Verdunstung am menschlichen Körper diesen offenen Kanälen der Haut zuschreibt.

Die Sache hat jedoch einige Schwierigkeit in der Erklärung, und man ist durch nähere Betrachtung genöthigt, einen tiefern Grund für diese Verdunstung aufzusuchen.

Es haben nämlich gewissenhafte Naturforscher die Zahl der Schweißlöcher des ganzen Körpers mit ziemlicher Genauigkeit bestimmt, und das ist eben nichts Kleines. Die Zahl derselben ist auf verschiedenen Körpertheilen sehr verschieden. Auf einem Stück Haut von der Größe eines Dreiers am Nacken, am Rücken u. s. w., finden sich an 400 Schweißlöcher; auf einem ebenso großen Stück Haut von den Wangen sind 540, ein gleich großes Stück Haut von Bauch und Brust hat 1130; von der Stirn hat 1258, vom Halse hat 1300, von der Fußsohle sogar 2685 solcher Schweißlöcher. Alles in allem gerechnet, ergiebt für den

ganzen Körper eines erwachsenen Menschen an 2,380,000 offene Kanäle der Verdunstung.

Da man nun die Weite dieser einzelnen Kanäle mit Genauigkeit gemessen hat, so haben sich die Naturforscher die Frage vorgelegt: wie groß sind die Schweißlöcher sammt und sonders? das heißt, wie groß würde das Loch sein, wenn man aus all den zwei Millionen Schweißlöchern ein einziges machen würde? Die Antwort hierauf ist, daß solch ein Loch an acht Quadratzoll groß wäre, das heißt ungefähr ein so großes Loch, daß man es mit einem gewöhnlichen Teller zudecken könnte.

Hierauf stellte sich nun die Naturforschung folgende weitergehende Frage. Wenn der menschliche Körper wirklich nur an all den einzelnen Schweißlöchern einen ebenso großen Verdunstungsraum besitzt, wie etwa ein Teller, so müßte aus solchem Teller mit Wasser, den man so warm hält, wie den menschlichen Körper, also 30 Grad, und den man der Luft aussetzt, — so müßte aus solchem Teller eine ebenso starke Verdunstung stattfinden, wie aus dem Körper eines Menschen. — Ist dies aber auch wirklich der Fall?

Angestellte Versuche und getreue Beobachtungen haben gelehrt, daß ein Mensch durchaus ein ander Ding ist als ein tellergroßes Loch mit Wasser von dreißig Grad Wärme.

Von einem Teller Wasser, der auf dreißig Grad Wärme erhalten wird, verdunsten nach genauen Beobachtungen in 24 Stunden etwa acht Loth Wasser. Ein Mensch aber verliert durch die Hautausdünstung in 24 Stunden an zwei Pfund; das heißt, nahe achtmal soviel, wie er verdunsten würde, wenn er ein Teller mit Wasser wäre.

Es lassen sich nun zwar Erklärungen auffinden, weshalb die Verdunstung am Menschen soviel mal stärker ist, als an einer andern tellergroßen Verdunstungsfläche. Man

hat bei dieser Berechnung nur den Durchmesser der Schweißlöcher in Anschlag gebracht, während man wol die ganze Fläche des Kanals hätte mit berechnen müssen. Ferner geht bei der Verdunstung des Wassers in einem Teller Vieles vor, was bei einzelnen getrennten Verdunstungspunkten nicht stattfindet, wie z. B. der kühlende Einfluß eines verdunstenden Atoms auf sein Nachbar-Atom; oder das Steigen des untern erwärmten Wassers, und das Sinken des oben an der Verdunstungsfläche abgekühlten Wassers, was nicht ohne störenden Einfluß auf die Verdunstung selber sein kann. Endlich darf man nicht außer Acht lassen, daß der menschliche Körper einmal so eingerichtet ist, daß er fortwährend eine Wärme in sich erzeugt, und dennoch niemals mehr als dreißig Grad warm werden darf; es muß also die Verdunstung sich steigern, weil der Mensch in diesem Punkte gewissermaßen einer Flüssigkeit gleich ist, die schon bei 30 Grad kocht und also niemals stärker als bis auf 30 Grad erwärmt werden kann. —

Aber wenn man auch anderweitige Erklärungen für die so starke Verdunstung am menschlichen Körper auffinden kann, so ist doch Folgendes die wichtigste und wesentlichste der Erklärungen:

Die menschliche Haut ist nicht nur in den Kanälen der Schweißdrüsen durchdringlich, sondern es findet auch ein Durchdringen von gasförmigen Ausdunstungen durch die Haut statt, selbst an Punkten, wo keine Schweißlöcher sind.

Die Kanäle der Schweißdrüsen führen die bereits im Körper zu Wasser sich verdichtenden Gase in wässeriger Form aus dem Körper, während die Haut selber für das Gas durchdringlich ist, und dies durch dieselbe ihren Ausgang nimmt, selbst da, wo kein sichtbarer Ausgang ist.

Daß dem wirklich so ist, daß Gase durch Häute hindurchgehen, selbst wenn diese keine Poren haben, das ergeben die neuesten Versuche und Untersuchungen der mit dem Namen Diffussion bezeichneten Erscheinungen; namentlich findet dieses Durchdringen der Gase durch Häute dann statt, wenn auf beiden Seiten der Haut verschiedene Luftarten sind; befindet sich jedoch auf einer Seite der Haut Wasser und auf der andern Luft, so hört das Durchdringen der Luftart auf.

Hieraus aber entnehmen wir, daß die gasförmige Ausdünstung des Menschen durch die Haut geschieht, und zwar nicht durch die Schweißkanäle, und hauptsächlich dann, wenn die Haut von außen mit der Luft in Berührung steht. Entziehen wir zeitweise den Körper der Luft und gehen in's Wasser, so verschließen wir den Durchzug und behindern die gasförmige Verdunstung für diese Zeit.

VI. Eintheilung der Bäder.

Nachdem wir nun die Naturbeschaffenheit der Luft, in welcher wir leben oder in welcher wir so zu sagen fortwährend baden, ferner die Naturbeschaffenheit des Wassers kennen gelernt, in welches wir uns nur zeitweise begeben, um daselbst ein Bad zu nehmen, und endlich auch die Naturbeschaffenheit und Hauptthätigkeit der Haut unsern Lesern vorgeführt haben, auf welche zunächst dieser Wechsel von Luft und Wasser wirkt, sind wir vorbereitet genug, um zum Bade selber übergehen zu können.

Wir werden, wie bereits angegeben, auf die große Reihe rein medizinischer Bäder hier nicht eingehen, sondern

haben diejenigen Bäder im Auge, die der Privatmann ohne direkte Zuziehung des Arztes benutzt und hierbei entweder von allgemeinen Vorschriften, oder seinem eignen Gefühl und Wohlbehagen sich leiten läßt.

Wir können die Bäder je nach ihren Wirkungen in vier verschiedene Klassen eintheilen.

Das allgemeinste Bad ist das Reinigungs-Bad.

Wir haben es bereits mehrfach erwähnt, daß ein bloßer Lack-Ueberzug über die Haut, welcher die Ausdünstung derselben hindert, hinreicht, um den Tod nach sich zu ziehen; und hieraus ergiebt es sich von selbst, daß das Reinhalten der Haut das erste Erforderniß zur dauernden Gesundheit des Leibes ist. Das Reinigungs-Bad ist also das hauptsächlichste und allgemeinste, und wir werden dies zuerst in Betracht ziehen.

Aber selbst in Fällen, wo die Haut vollkommen rein ist, kann durch Umstände, die wir noch näher werden kennen lernen, ihre Thätigkeit gehemmt sein. Sie kann durch andauernde feuchte Kälte, ebenso wie durch erschlaffende Hitze in den Zustand einer krankhaften Ruhe gerathen, und ohne ein bestimmtes Leiden bereits hervorgerufen zu haben, ein leichtes erfrischendes anregendes Mittel nöthig machen, das ein Bad in unübertrefflichem Maße gewährt.

Und hier ist es, wo das Bad schon den Charakter einer Kur an sich trägt, wenn auch einer Kur, zu der das eigne Wohlbefinden und Gemeingefühl der beste Arzt ist.

Da die Haut aber ein so einfach Ding nicht ist, wie sie im gewöhnlichen Leben erscheint, da sie die Grenze ist, wo Wärme und Kälte ihren Eindruck hervorbringen, da sie der Sitz eines weit verzweigten Netzes von Blutadern und Nerven, von Talgdrüsen und Schweißdrüsen ist, und außerdem noch in ihrem ganzen Umfang eine für innere Gase des Körpers durchdringliche und für äußere Gase auf-

nehmende Schicht bildet, so können, wie sich von selbst versteht, die Einwirkungen der Bäder auf die Haut sehr verschieden sein.

Wir wollen bei unserer Eintheilung der Bäder dieselben je nach der Wirkung und dem Organ, auf welches sie gerichtet ist, ordnen.

Nach der Klasse der Reinigungs-Bäder wollen wir diejenigen betrachten, die entweder durch Kälte oder durch Wärme wirken. — Beides aber, Kälte sowol wie Wärme, kann ebenso auf die Schweißdrüsen der Haut, wie auf die durch die Haut verbreiteten Nerven und Blutgefäße einwirken, und so ergiebt sich dann die Eintheilung als folgende.

Erstens: Reinigungs-Bäder.

Zweitens: Bäder in ihrer Einwirkung auf die Drüsen.

Drittens: Bäder in ihrer Einwirkung auf die Blutgefäße.

Viertens: Bäder in ihrer Einwirkung auf das Nervensystem.

Um jedoch Mißverständnisse zu vermeiden, müssen wir hier noch auf Folgendes aufmerksam machen.

Der menschliche Leib ist eine Fabrik, in welcher zwar eine Theilung der Arbeit stattfindet. Was die Nerven zu thun haben, thun die Adern nicht, und was die Adern bewerkstelligen müssen, können die Drüsen nicht vollbringen; allein es arbeiten die gesonderten Organe derart Hand in Hand, daß man auf eines garnicht einwirken kann, ohne das andere zu treffen.

Man muß sich daher nicht vorstellen, als könne man auf die Drüsen allein, oder das Adersystem allein, oder auf die Nerven allein einen Eindruck machen, ohne alles sammt und sonders dadurch anzuregen; es handelt sich bei unserer Eintheilung nur darum, auf welches dieser

Organe man vornämlich und aus erster Hand, was man primär nennt, einwirken will; aus zweiter Hand, das heißt: sekundär, ist und muß auch jede Einwirkung auf die gesammten Organe wirkend sein.

Unsere Eintheilung ist also nicht sowol eine solche, wie sie die Natur des Erfolges mit sich bringt, sondern wie sie zur leichtern Uebersicht der Wirksamkeit dieser Natur-Einwirkung nöthig ist.

Und somit zur Sache.

VII. Das Reinigungsbad.

Die Bedeutung und das Bedürfniß der Reinigungsbäder ist so allgemein bekannt und anerkannt, daß eigentlich wenig zu sagen bleibt zu dem, was bereits in vortrefflichen Volksschriften hierüber gesagt worden ist. Wir wollen deshalb nur das hinzufügen, was in naturwissenschaftlicher Beziehung belehrend sein kann.

Da wir wissen, daß die Haut ein äußerst wichtiges Organ ist, welches den Beruf hat, zwischen der Welt draußen und der Lebensthätigkeit im Innern des Menschen einen Austausch und eine Wechselwirkung zu unterhalten, so ist es klar, daß man über dieser bereits dreifachen Hautschicht nicht noch eine vierte anwachsen lassen darf, eine Schmutzschicht, welche die Grenzsperre zwischen innen und außen in gefahrvoller Weise verstärken würde.

Man glaube aber nicht, daß es hierzu unnöthig, durch Waschen oder Baden einen Eingriff zu thun, sondern schon ausreichend sei, reinlich zu leben, sich vor Berührung mit schmutzigen, staubigen Gegenständen zu hüten

und gewissermaßen die Haut in ihrer sogenannten Natur-Reinheit und Natur-Schönheit zu erhalten.

Es ist vielmehr die Natur selber in diesem Punkte weder von solcher Reinheit, noch Schönheit, wie es manchem Naturschwärmer scheinen möchte.

Nicht nur von außen her setzen sich an die Haut Staub und verschiedenartige Theile von all' den Dingen an, die uns umgeben; sondern von innen heraus benutzt die Natur die Haut als die Stätte, wo sie Alles, was sie aus dem Körper zu schaffen Lust hat, ablagert, und überläßt es uns dann, das, was sie abgeworfen, in irgend einer Weise weiter zu transportiren.

Wir haben bereits darauf aufmerksam gemacht, wie Wasser die Eigenschaft besitzt, viele Stoffe aufzulösen; wie aber, wenn das Wasser an der Luft verdunstet, die aufgelösten Stoffe zurückbleiben. Es tritt auf unserer Haut solch ein Vorgang gar zu oft ein.

Der wässerige Schweiß, der sich aus den Schweißporen drängt und der unseren Körper mehr oder weniger befeuchtet, ist kein reines Wasser. Es befinden sich in diesem gar viele Stoffe aufgelöst, die man schwerlich sonst hier suchen würde. Es ist eine Portion Kochsalz, einiges von Schwefelverbindungen, ferner noch andere Salze und Säuren und der von Vielen schwerlich hier vermuthete Harnstoff in dem Schweiße enthalten, und überdem schwimmen noch im Wasser aufgelöste Fett-Tröpfchen umher, die man durch Vergrößerungsgläser sehr gut sehen kann.

Die Natur lagert demnach mit dem Strom von Schweiß, den sie vom Innern des Körpers nach außen hin sendet, auf die Haut eine ganze Masse ihr nicht mehr nützlicher Stoffe ab. Nun ist zwar die Luft so freundlich, das Wasser in Form von feinem Dunst fortzuführen, und mit diesem Dunst verdunsten auch eine Menge flüchtiger

Säuren des Schweißes, die ihm seinen eigenthümlichen Geruch verleihen; aber die anderen nicht flüchtigen Stoffe bleiben als feste Kruste auf der Oberfläche der Haut zurück und bilden einen kleinen Uebergang über dieselbe, der keineswegs auf Natur-Reinheit und Natur-Schönheit günstig einwirkt.

Hierzu kommt noch, daß wir aus einer andern Quelle sogar wirklichen Talg auf die Haut ablagern. In der mittleren Hautschicht, woselbst die Haare eingebettet sind, befinden sich an der Wurzel derselben kleine traubenförmige Drüsen, welche eine ölartige Flüssigkeit absondern. Auf der Oberfläche der Haut wird das Oel hart wie Talg, erhält ein gelbes schmutziges Ansehen und verleiht der Haut jene Klebrigkeit und das sogenannte ungewaschene Ansehen, das wir an recht gehörig verschlafenen Gesichtern bemerken, bevor frisches Wasser und gute Seife die Reinigung vollzogen.

Würden wir nur so scharfblickende Augen haben, wie man sie mit Hilfe guter Vergrößerungsgläser sich künstlich verschafft, so würden wir staunend bemerken, wie die Natur durchaus nicht soviel auf Natur-Reinheit und Natur-Schönheit hält als sich Natur-Enthusiasten einbilden, wie sie vielmehr die Haut als eine Art Müllkasten betrachtet, auf dem sie Häufchen von Salzen ablagert, Berge von Fett aufthürmt und Schuppen von Talg anschmiert, und dem Menschen es überläßt, sich selber davon zu reinigen, wenn es ihm zu arg wird.

Kommen nun zu dieser meist klebrigen Natur-Schminke noch von außen her die Schönpflästerchen des Staubes aller Arten, den selbst die vornehmsten Menschen nicht von sich abwehren können, wie erhaben sie sich auch über dem Staube dünken mögen, so vollendet sich eine

Toilette, die nicht nur unserer Schönheit, sondern hauptsächlich unserer Gesundheit schweren Eintrag thut.

Indessen müssen wir der Natur die Gerechtigkeit widerfahren lassen, daß sie nicht so ganz und gar unbarmherzig mit unserer Haut umgeht, sondern ein sehr praktisches Mittel weiß, ihre Ablagerungen fortzuschaffen.

Die Oberhaut, der sie soviel aufbürdet, wird von der Natur selber in kleinen Schüppchen abgestoßen, während sich neue Oberhaut unter derselben bildet. Wir stecken nicht gar lange Zeit in unserer Haut, sondern werfen sie in feinen Stückchen von uns ab. Wir häuten uns, nicht wie die Schlangen und dergleichen Kreaturen mit einem Male, sondern fahren äußerst langsam und einzeln aus der Haut; weshalb denn Menschen, die sich lange Zeit nicht gewaschen oder sonst die Haut einzeln durch Arbeit abgerieben haben, wie z. B. nach Krankheiten, namentlich Hautkrankheiten, sich förmlich abpellen und als neue Menschen aus ihrer eigenen Haut kriechen.

Das ist nun freilich eine Natur-Reinigung; aber eine, auf die man nicht warten kann, weil sonst gerade die Schüppchen der Hornhaut sich zu der Natur-Schmiere gesellen und den Leib so gehörig verkleistern, daß schwere Krankheiten die Folge von Vernachlässigung des Waschens und Badens unser Loos sind.

VIII. Die Empfindlichkeit und die Gesundheit.

Wie sich von selbst versteht ist bei dem Bade, das wir soeben betrachten, die Reinigung der Haut die Hauptsache, während das Bad nur ein Mittel hierzu ist. Es folgt hieraus von selbst, daß Waschungen, welche eine

Reinheit der Haut bewirken, in diesem Punkte recht wol das Bad ersetzen können, und weil es bei jedem ordentlichen Menschen gebräuchlich ist, mindestens von Zeit zu Zeit durch Waschungen die Reinigung des Körpers vorzunehmen, ist es dahin gekommen, daß das Baden zu diesem Zweck viel zu selten geschieht.

Weil dies aber der Fall ist, deshalb trifft man gar zu häufig auf Menschen, die das Baden mit einem gewissen Gefühl des Unbehagens ansehen, denen es immer einen Entschluß kostet, ein Bad zu nehmen, und die es, wenn sie baden, als eine ungewohnte Last betrachten, deren sie sich entledigen müssen. Da aber ein lauwarmes Bad dem Zweck der Hautreinigung am besten entspricht, da der Gebrauch von einem wenig Seife, deren Wirkung darin besteht, daß sie im Stande ist, Fette löslich zu machen, die Reinigung außerordentlich unterstützt, so können wir Bäder dieser Art nicht dringend genug Allen empfehlen, die ihre Gesundheit erhalten wollen, und dieser Empfehlung die Versicherung hinzufügen, daß der größte Theil der gewöhnlichen Krankheiten ihren Grund in unterdrückter Hautthätigkeit haben.

Die Vernachlässigung des Badens ist mindestens so allgemein, und selbst in denjenigen Volksklassen allgemein, welche eine Ausgabe für ein Bad nicht gerade zu scheuen haben, daß wir gewissen versteckten Vorurtheilen gegen dasselbe hier begegnen müssen.

Wer den Muth hat, offen zu zeigen, daß er dem Baden nicht hold ist, führt zu seiner Vertheidigung die Thatsachen an, daß die gesundesten und kräftigsten Menschen im Arbeiterstande zu finden sind, aus dem nur sehr Wenige sich zu einem Bade bequemen; daß das Landvolk kräftiger ist, als das städtische, trotzdem ein Bad auf dem Lande zu den seltensten Ausnahmen gehört; daß eine besondere Pflege der Haut eine Verweichlichung und Ver-

zärtelung zu Wege bringt; daß eine Gewöhnung an das Bad die Versagung desselben gefährlicher mache; daß man nach dem Bade leichter Erkältungen ausgesetzt ist, als vor demselben, und endlich — fügen diese offenen Gegner des Badens hinzu — daß sie sich wohl und kräftig fühlen, trotzdem sie höchstens in den heißesten Sommertagen ein Bad im Freien zur Abkühlung nehmen.

Es haben diese Einwürfe einen Schein der Wahrheit für sich; sind aber im wahren Sinne dennoch falsch.

Es ist wahr, daß man in den arbeitenden Klassen, die wenig baden, eine entwickeltere Muskelstärke findet, als in den anderen Bevölkerungsklassen, die häufiger die Bäder in Anspruch nehmen; aber man täuscht sich, wenn man den Arbeiter im Durchschnitt deshalb für gesunder hält. Die Erkrankungen sind unter den Arbeitern seltener, als unter den weniger körperlich thätigen Ständen; aber dafür finden sich die Todesfälle unter erkrankten Arbeitern bei weitem häufiger, als unter den Erkrankten der anderen Volksklassen. Und hierin hat unter anderen Ursachen auch die vernachlässigte Reinigung der Haut Schuld. Der Arbeiter empfindet bei seiner stärker entwickelten Muskelkraft, bei seinem weniger empfindlichen Nervensystem die kleineren Störungen der Gesundheit weniger, die stets die Vorläufer größerer Störungen sind. Er geht oft an die Arbeit, ja, er muß oft noch an die Arbeit gehen, wenn ihm auch nicht so recht zu Muthe ist, und der Fall tritt nicht selten ein, daß gerade die heftige Körperbewegung einen gewaltsamen Schweiß durch die halb verschlossenen Poren seines Körpers treibt und ihn nach der Arbeit gesunden läßt, während der Wohlhabendere genöthigt oder gemüßigt ist, den gesundenden Schweiß im Bette und nach ärztlicher Hilfe abzuwarten. In solchen Fällen, die gar sehr oft eintreten, erscheint in der That der Arbeiter als

der gesündere, denn er selber fühlt es kaum, daß er wirklich krank war. — Tritt aber diese Stockung öfter auf und hilft die heftige Körperbewegung nicht zu einer gesundenden Krisis, so tritt nur leider zu häufig der Fall ein, daß der Arbeiter den Hammer aus der Hand sinken läßt und auf's Krankenlager gebracht werden muß, von dem die späte Kunst des Arztes ihn nicht mehr retten kann, die bei dem, der die Pflege der Haut weislicher bedacht hat, nicht fehlschlägt.

Es geht mit dem Landbewohner fast ebenso. Er ist weniger empfindlich für leichtere Uebel, und deshalb eben, weil diese leisen Mahnungen der gestörten Gesundheit nicht empfunden werden, treten die wesentlicheren Störungen weit kräftiger und charakteristischer auf und raffen unter einer gleichen Zahl von Erkrankten weit mehr fort, als es unter den nichtarbeitenden Klassen der Fall ist. — Würde man Erkrankungslisten führen, so würden die arbeitenden Klassen als gesünder erscheinen; wer aber Sterbelisten vergleicht, der weiß leider, wer das traurige Material zur Füllung derselben liefert.

Wenn man der vorsorglicheren Pflege der Haut durch laue Bäder ihre größere Empfindlichkeit zuschreibt, so ist dies ganz richtig; aber diese Empfindlichkeit, wenn sie nicht ausartet, ist ein wohlthätiger Anzeiger, der rechtzeitig auf Gefahren aufmerksam macht.

Es gleicht in dieser Beziehung die Haut mit ihren Schweißporen dem Sicherheitsventil einer Dampfmaschine. So lange keine Gefahr da ist, arbeitet eine Maschine mit nicht empfindlichem Ventil noch ungenirter, als eine mit empfindlicherem Ventil, das fortwährend die Schwankungen des Dampfdruckes anzeigt und Regulirung fordert. In Gefahren aber ist das unempfindliche Ventil gar zu oft die Ursache, daß der Dampf den Kessel sprengt und

schwereren Schaden anrichtet, als die Empfindlichkeit eines Ventils Unbequemes an sich hat.

Das Reinigungs-Bad macht an sich nicht gesund; aber es ist ein gutes Mittel, das Sicherheits-Ventil der Gesundheit aufrecht und wirksam zu erhalten.

IX. Die Einwirkung des Wasser-Druckes.

Wir wollen nun das Baden in seiner Einwirkung auf die Schweißdrüsen oder überhaupt auf die absondernde Eigenthümlichkeit der Haut betrachten.

Beim Reinigungsbad war die Hauptsache eine bloße Reinigung der Haut, bei der es gleichgültig ist, ob sie durch Baden oder Waschen, oder auch durch bloßes trockenes Abreiben, wenn es möglich wäre, geschieht. In solchem Falle wirkt das Wasser eigentlich nur mechanisch. Sobald man jedoch eine Einwirkung auf die Lebensorgane des Menschen verlangt, muß schon die Naturbeschaffenheit, also die physikalische Eigenschaft des Wassers, mitwirken und in eingreifende Beziehung zu der Naturbeschaffenheit des Leibes treten.

Blicken wir nun auf diese physikalischen Einwirkungen, so stellen sich bei einem Menschen, der das Luftbad, das er fortwährend genießt, verläßt und sich in's Wasser begiebt, in folgender Weise heraus.

Vor Allem ist Wasser eine schwerere Umgebung als Luft. Der Druck, den die Luft auf die ganze Oberfläche der Haut ausübt, ist in genauem Verhältniß zu der Thätigkeit der inneren Organe, wie zur Haut-Ausdünstung und Ausschwitzung. Wenn sich nun nicht mit Genauigkeit die Wirkung angeben läßt, die bei Vermehrung des

Druckes durch das schwerere Wasser eintritt, so rührt dies daher, daß die Wirkungen des Wassers im Allgemeinen so wesentlich und vielfach sind, daß der vermehrte Druck sich nicht mit Bestimmtheit fühlbar macht. Ohne Einfluß aber kann dieser Druck nicht sein, wenn er auch auf dem Barometer sich nicht bedeutend in jener Tiefe erweist, welche der menschliche badende Leib einnimmt. Bedenkt man, daß beim Besteigen sehr hoher Berge, woselbst der Druck der Luft etwas abnimmt, die Einwirkung auf Ausdünstung und Ausschwitzung des Körpers so bedeutend ist, daß man z. B. blutigen Schweiß verliert, aus dem Zahnfleisch, aus der Nase und den Augenlidern zu bluten anfängt, daß die Bewegung der Glieder äußerst beschwerlich wird und ein Ermatten derselben sehr schnell eintritt, bedenkt man, daß dies Alles geschieht, wenngleich das Barometer nur ein Stückchen fällt; bedenkt man ferner, wie „die Witterung", das heißt die Schwere oder Leichtigkeit der Luft, welches sich durch ein geringes Steigen oder Fallen des Barometers kundgiebt, von so wesentlichem Einfluß auf das Allgemeinwohl des Menschen ist, so darf man den Schluß ziehen, daß der vermehrte Druck auf die Haut, der beim Baden stattfindet, einflußreich sein muß, wenn es auch sehr schwer hält zu bestimmen, wie dieser Einfluß sich ergiebt.

Wer in einer Wanne lauwarmen Wassers badet, wo weder Kälte, noch Wärme einen mächtigen Eindruck auf den Körper macht, der wird die Einwirkung, die der Druck des Wassers ausübt, wol im Allgemeinen empfunden haben. Man fühlt die Glieder des Leibes vom Wasser getragen und gehoben. Erhebt man den Arm unter dem Wasser bis zur Oberfläche, so fühlt man, wie sanft und leicht die Bewegung ist, hebt man ihn weiter aus dem Wasser heraus, so fühlt man, welch eine Last solch ein

Arm hat, und merkt die Anstrengung der Muskeln, die zu dieser Bewegung nöthig ist. — Man sitzt mit behaglicher Gemächlichkeit nackt in einer ungepolsterten Badewanne, die ohne Wasser nicht wenig, namentlich magere Menschen, drücken würde; jetzt, wo Wasser darin ist, vermindert dessen Gewicht die Schwere unseres Leibes. Der allseitige Druck des Wassers, der eben unseren Körper fast schwebend im Wasser erhält, bringt es mit sich, daß man im Bade noch mehr Muskel-Ruhe hat, als beim Liegen auf dem Lager, wo immerhin der unten liegende Körpertheil die Last der oben liegenden zu tragen hat.

Das Alles fühlt man im lauwarmen Bade, weil in diesem jeder andere mächtigere Eindruck fehlt, der im heißen oder kalten Wasser stattfindet. Diese mächtigen Eindrücke, die wir noch näher kennen lernen werden, verwischen nur beim nicht lauwarmen Bade den Einfluß des vermehrten Druckes des schwereren Wassers; keineswegs aber kann man diese Einwirkung unbedeutend und gleichgültig nennen.

Es kommt vor, daß heftige dauernde Muskel-Anstrengung eine augenblickliche Ermattung zu Wege bringt, in welcher Einem die auf der Bettdecke ruhende Hand schwer wie ein Stein vorkommt; wer in einem solchen Zustand in ein lauwarmes Bad gebracht wird und zehn Minuten darin verweilt, der wird die große Erleichterung fühlen, welche der Druck des Wassers, dieses allseitige Tragen des Körpers, ausübt, und — abgesehen von den sonstigen Einwirkungen des Bades, die natürlich den Umständen angemessen sein müssen — wol ein Wörtchen mitsprechen können von der Wirkung des veränderten Druckes der leichteren Luft und des schwereren Wassers.

Was hierbei direkt auf die Muskeln einwirkt, — und vielleicht noch wesentlicher auf die Nerven, welche zur

Bewegung der Muskeln dienen — wirkt aber ganz sicher auch auf die Haut und ihre Thätigkeit, wenn es auch nicht leicht ist, auf strengem naturwissenschaftlichem Wege diese Einwirkung genau festzustellen.

Auf sicherem Boden befinden wir uns aber, wenn wir bedenken, daß Wasser eine Flüssigkeit ist, welche diesen Druck ausübt, und von dem Einfluß dieses Umstandes auf die Haut und die Schweißdrüsen wollen wir im nächsten Abschnitt sprechen.

X. Die Haut als durchdringliche Wand.

Wenn man die Einwirkungen ganz übersehen will, welche eintreten, sobald ein Mensch die Luft verläßt und seinen Körper dem Wasser aussetzt, so muß man einen Umstand in Erwägung ziehen, den erst die Wissenschaft der neueren Zeit einer Untersuchung zu unterwerfen angefangen hat.

Im gewöhnlichen Leben kommt es Einem so vor, als ob der menschliche Körper aus festem Stoffe bestehe, in welchem höchstens in einzelnen Theilen etwas Wasser enthalten ist; nähere Untersuchungen aber ergeben dies als einen Irrthum. — Wenn man die Bestandtheile des menschlichen Leibes sammt und sonders, mit Blut, Fleisch, Haut, Haaren, Knochen, Nägeln und so weiter zerlegt, so findet sich, daß nur zwanzig Prozent davon feste Bestandtheile, während achtzig Prozent Wasser sind. Das heißt: in einem Menschen, der hundert Pfund wiegt, sind achtzig Pfund Wasser enthalten.

Wer dies unglaublich findet, den wollen wir nur an die eine Thatsache erinnern, daß Kinder in den ersten

Monaten ihres Lebens nichts als Milch genießen, und nach Verlauf eines Jahres dreimal so schwer sind, als sie nach der Geburt gewesen. In hundert Loth Muttermilch aber sind an neunzig Loth Wasser, während die Bestandtheile des Käsestoffs, der Butter, des Zuckers und einiger Salze nur zehn Loth ausmachen. —

In Wahrheit ist der menschliche Körper durch und durch mit Wasser getränkt, welches in der gesammten Bildung seiner Organe aufgeht; und dieses Wasser ist in einem fortwährenden Wechsel begriffen, es wird Verbrauchtes durch Haut-Ausdünstung, durch Ausathmen und durch Harn ausgeschieden, während in Speisen und Getränken der Ersatz dafür in den Körper gebracht werden muß. Nur in Krankheitsfällen, wie z. B. bei Wassersucht oder bei den Entleerungen und Erbrechungen in der Cholera, tritt Wasser aus den Organen als ein Zeichen des gestörten Zustandes des Blutes heraus.

In physikalischer Beziehung kann man daher den Menschen wie eine Masse betrachten, von welcher nur ein Fünftel aus festem Stoff, während vier Fünftel aus Flüssigkeit bestehen.

Die Masse ist nun in einer Haut eingeschlossen, und in dieser Haut ist sie fortwährend der Luft ausgesetzt und wird auch zeitweise in's Wasser gebracht.

Was wird die Folge hiervon sein?

Erst die neuere Zeit vermochte diese Folgen wissenschaftlich zu bestimmen, und zwar nach vorangegangenen streng geführten Versuchen.

Setzt man eine Flüssigkeit in Thierblase verschlossen der Luft aus, so verdunstet sie durch die verschlossene Blase hindurch. Die Haut des menschlichen Körpers ist schwächer als gewöhnliches Leder; aber selbst durch eine lederne Blase verdunstet wässerige Flüssigkeit. Bringt

man aber solch eine gefüllte Blase in Wasser, so stellt sich Folgendes heraus.

Wenn das Wasser in der Blase ganz gleich ist in Bestandtheilen, wie das Wasser, in welches die Blase eingetaucht wird, so geschieht weder ein Eintritt, noch ein Austritt der Flüssigkeit durch die Wände der Blase; sobald aber die beiden Wasser nicht von gleicher Beschaffenheit sind, so findet ein Austausch statt, und zwar derart, daß das dünnere leichtere Wasser sich durch die Haut drängt und sich dem dichteren schwereren Wasser beimischt.

Man kann sich hiervon durch einen Versuch überzeugen. Bindet man einen Lampen-Zylinder unten mit Thierblase zu, gießt in denselben starkes Salzwasser und setzt ihn dann in ein Glas gewöhnlichen Wassers hinein, so wird, wenn die beiden Flüssigkeiten anfangs ganz gleich hoch stehen, bald ein Unterschied bemerkbar werden; denn es wird sich durch die Thierblase hindurch reines Wasser in den Zylinder hineindrängen, so daß die Flüssigkeit im Zylinder zu steigen anfängt.

Daß der menschliche Körper gleichen Gesetzen unterworfen ist, lehrt die tägliche Erfahrung.

Warum dürstet man nach salzigen Speisen? Weshalb trinkt man soviel nach dem Genuß von Häring?

Es rührt daher, daß die Wände des Magens ebenfalls durchdringlich für Flüssigkeiten sind und bei weitem durchdringlicher als gewöhnliche Thierblase. Nun aber zirkulirt in den Wänden des Magens das Blut durch reichhaltige Adern. Befindet sich im Magen eine Flüssigkeit, die leichter ist als die Blutflüssigkeit, z. B. reines Wasser, so tritt durch die Wände des Magens das Wasser sofort in's Blut über, weshalb denn unser Durst so außerordentlich schnell durch einen Trunk gestillt wird. Nimmt man aber salzige Speisen zu sich, so wird durch

die Auflösung der Salze die Flüssigkeit im Magen dichter als die Blutflüssigkeit, und es treten Wasserbestandtheile aus dem Blute durch die Wand des Magens zu der dort befindlichen dichteren salzigen Flüssigkeit. Salzige Speisen im Magen entziehen demnach dem Blute Wasserbestandtheile und verursachen im Blute den Mangel an Wasser, den das Gefühl des Durstes uns anzeigt. Denn Durst ist eine Natursprache, welche in's Deutsche übersetzt soviel heißt wie: „Unser Blut braucht Wasser!"

Wir sehen hiernach aus den täglichen Erfahrungen, daß im lebenden Körper jenes Durchdringen der leichteren Flüssigkeit zur dichteren, die man wissenschaftlich „Endosmose" nennt, stattfindet, und sind nun so weit, zeigen zu können, wie dies beim Baden von wesentlichem Einfluß ist.

XI. Die Anregung der Haut-Thätigkeit.

Die Haut des Badenden ist es, die zwei Flüssigkeiten von einander trennt. Inwendig im Körper strömt unter der Oberhaut ein fortwährender, in unzählbaren feinen Kanälen vertheilter Blutstrom in ununterbrochenem Kreislauf; und draußen am Körper befindet sich beim Badenden eine ihn umspülende Wassermasse. Das Blut ist auf der einen Seite der Haut, das Wasser auf der anderen, und der Austausch durch diese Wand hindurch bleibt nicht aus, sobald beide Flüssigkeiten nicht völlig von gleicher Dichtigkeit sind.

Zwar ist das Blut selbst noch in der zarten Haut der äußerst feinen Adern, die ihrer Feinheit wegen die Haargefäße genannt werden, eingeschlossen, und man könnte

hiernach glauben, daß diese doppelte Scheidewand ein Hinderniß des Austausches sei; wer jedoch schon bemerkt, wie bei Ohnmachten das Einreiben der Haut mit Aether wirksam ist, und an sich selbst einmal gefühlt hat, wie schnell der leichte Aether durch die Haut und die Blutgefäße hindurch in's Blut dringt, der wird nicht zweifeln, daß der Austausch trotz der verdoppelten Haut stattfindet. Ja, im Leben der Pflanzen, wo sich Flüssigkeiten von der Wurzel aus bis zur höchsten Spitze verbreiten, rührt auch die Verbreitung derselben nur von dem Austausch durch die Wände von vielen Millionen Zellen her, die rings verschlossen sind und doch ein Durchdringen der Flüssigkeit gestatten.

Es kommt nun darauf an, in was für Wasser wir baden. Das Blut ist nur um ein Fünfhunderttheil schwerer als reines Wasser, und dieser Unterschied will nicht viel sagen; allein man muß hierbei bedenken, daß bei dieser Vergleichung der Schwere ein sehr verschiedener Grad von Wärme vorausgesetzt ist. Das Blut ist hier in seiner Naturwärme von nahe dreißig Grad gemeint, während das Wasser im Zustande seiner größten Dichtigkeit, das heißt, wenn es vier Grad warm ist, zum Maßstab angenommen wird. Setzen wir nun voraus, daß man ein lauwarmes Bad nimmt, so ist durch die Wärme des Wassers dessen Leichtigkeit bedeutend verringert, und es stellt sich der Unterschied der Dichtigkeit zwischen solchem Wasser und dem Blut schon bei weitem stärker heraus. — Der Unterschied verliert aber auch nicht viel an Größe, wenn wir ein kaltes Bad nehmen, indem die Kälte des Wassers sich für den Augenblick dem Blut mittheilt und es jedenfalls für einen Moment dichter macht.

Baden wir also in reinem Wasser, wie z. B. in Flüssen, so tritt durch die Haut Wasser in unser Blut

über. Wir sind im Stande, durch ein Bad in reinem Wasser den Durst zu löschen, durch ein Bad in leichten Flüssigkeiten dem Körper nährende und anregende Stoffe zuzuführen, was bei den Malz-Bädern und Kräuter-Bädern der Fall ist. Verweilt man längere Zeit im Wasser, so mehrt sich deshalb die Aufnahme des Wassers im Körper derart, daß man den Drang nach Wasser-Entleerung empfindet.

Ganz anders aber ist es, wenn man in einer Flüssigkeit badet, welche dichter ist als die Blutflüssigkeit; es tritt dann Wasser aus dem Innern des Körpers in das Bad über. Vom Bad in Salzwasser, wie dem Seebad, sagt man mit Recht im Volke, daß es zehre, es entzieht in der That die dichtere Flüssigkeit, in welcher man badet, dem Blut die leichteren Bestandtheile. —

Die Hausfrauen, welche Fleisch einsalzen, werden schon die Bemerkung gemacht haben, daß nach einiger Zeit der Boden des Gefäßes, worin das gesalzene Fleisch liegt, mit einer blutigen Flüssigkeit bedeckt ist. Es rührt dies daher, daß die obere Schicht von Salzwasser, die sich über dem Fleisch bildet, die leichtere Flüssigkeit aus dem Innern des Fleisches herauszieht, die nun abtropft und sich am Boden des Gefäßes ansammelt.

Man nehme nun ein Bad, welches man wolle, wenn das Wasser nicht gerade netto so dicht ist wie das Blut — und das wäre der allersonderbarste Zufall —, so wird entweder ein Austritt oder ein Eintritt von Flüssigkeit durch die Haut stattfinden.

Käme es nun auf weiter nichts an, als wässerige Flüssigkeiten in den Körper zu bringen oder aus ihm zu entfernen, so könnte man dies auf leichterem Wege, durch Trinken oder Dursten haben, obgleich es medizinisch oft von Wichtigkeit ist, gerade gewisse Stoffe durch die Haut

eindringen oder entfernen zu lassen. Für unser Thema jedoch ist nicht die eintretende oder austretende Flüssigkeit die Hauptsache, sondern die **Anregung**, **welche** die **Haut hierbei erhält**, das Wechselgeschäft, zu dem sie berufen ist, kräftiger fortzusetzen, wenn sie wieder aus dem Bade ist.

Unsere Haut ist denselben physikalischen Gesetzen unterworfen, wie ein Ledersack, der, mit einer Flüssigkeit gefüllt, in eine andere Flüssigkeit gestellt wird; aber unsere Haut ist kein bloßer Ledersack, sondern ein lebensthätiges Organ, das, wenn es physikalisch angeregt ist zu einer Thätigkeit, diese auch fortsetzt, selbst wenn die Anregung aufhört. Das, was während des Badens geschieht, ist an sich gleichgültig; aber es regt das Bad die Durchdringlichkeit der Haut überhaupt an, und nach dem Bade ist dieselbe nicht nur mechanisch gereinigt, sondern auch physikalisch angeregt worden, ihr Geschäft besser fortzusetzen, sobald man wieder aus dem Wasserbade in's Luftbad tritt.

Das Bad also regt die Lebensthätigkeit der Haut an und macht diese sammt ihren Drüsen energischer und wirksamer.

XII. Die lebendige Gegenwirkung.

Wir haben bisher die Wirkung des Bades nur von dem Gesichtspunkt aus betrachtet, daß die Haut in ihrer naturgemäßen Thätigkeit gefördert werden solle. Jedes Bad aber leistet in Wirklichkeit mehr, als dies, denn es bleibt nicht ohne Einfluß auf Blut und Nerven und wirkt durch diese auf den ganzen Körper des Menschen.

Hierbei spielt jedoch eine Eigenschaft der lebenden Natur eine große Rolle, welche wir mit einigen Worten erst näher bezeichnen müssen; wir meinen die Eigenschaft der „Gegenwirkung."

Es ist ein Zeichen des Lebens, daß der Körper gegen äußerliche Eindrücke einen gewissen Widerstand leistet und daß eine Wirkung auf ein bestimmtes Organ eine Gegenwirkung von innen herausfordert. Man kann dies schon im gewöhnlichen Leben in vielfachen Fällen wahrnehmen.

Drückt man z. B. mit einem Finger auf irgend eine Stelle der Haut, so schwindet unter dem Drucke das Blut aus dem zusammengedrückten feinen Ader-Gespinnst, das die Haut durchzieht; die Stelle wird bleich. Läßt man mit dem Druck nach, so strömt nicht nur das Blut hinzu wie es vor dem Drucke war, sondern das Zuströmen ist heftiger und es röthet sich diese Stelle in demselben Maße stärker als sie erblichen war.

Durch Reiben kann man für den ersten Moment aus einem Glied des Körpers das Blut verdrängen; setzt man aber das Reiben fort oder läßt man auch nur damit nach, so findet die „Gegenwirkung" statt: es drängt sich das Blut gerade stärker nach der Stelle hin, vonwo es verdrängt gewesen war. — In krankhaften Zuständen ist es ein schlimmes Zeichen, wenn diese Gegenwirkung nicht mehr eintritt, denn es liegt darin der Beweis, daß das Leben nicht mehr die Energie besitzt sein gestörtes Gleichgewicht wiederherzustellen, und fortan dem auflösenden Einfluß der Krankheit nicht mehr Widerstand leisten wird.

Es würde uns zu weit abführen von unserm Haupt-Thema, wenn wir auf eine weitere Erklärung dieser höchst wichtigen Erscheinung der Lebensthätigkeit eingehen wollten. Es gehört noch zu den ungelösten Fragen, ob bei der Gegenwirkung das Blut oder die Nerven die Hauptrolle

spielen, ob die Elastizität der Adern, die namentlich in hohem Maße allen denjenigen Adern eigen ist, die das Blut vom Herzen nach allen Theilen des Leibes führen, hierbei die Hauptsache ist, oder ob der Reiz auf die feinen Nervenzweige, die in der Haut verbreitet sind, die Veranlassung zu einer erhöheten Thätigkeit derselben und somit zum verstärkten Zustrom des Blutes bildet. Nur soviel steht durch tausendfache Erfahrungen fest, daß Kälte wie Wärme sehr mächtige Eindrücke auf die lebendige Widerstandskraft hervorbringen und lebensvolle Gegenwirkung in hohem Maße hervorrufen.

Jedermann weiß es, daß man beim Austritt in kalte Winterluft anfangs blaß wird und sich ein fröstelndes Gefühl der Haut einstellt. Das Blut zieht sich auf den ersten Eindruck der Kälte aus der Haut zurück in die innern Organe. Bewegt man sich jedoch kräftig in der kalten Luft, so folgt schnell ein ebenso starkes Füllen der Hautäderchen mit Blut und namentlich an den Stellen, die am meisten schutzlos der Luft ausgesetzt sind, wie die zu beiden Seiten in den Wind hineinragende and noch von innen offene Nase, die schutzlosen Ohren und die von feinerer Hornhaut bedeckten Kinn und Wangen. An solchem kältegerötheten Gesicht, das trotz der Kälte einen hohen Grad der Wärme und der Blutanfüllung zeigt, sieht man die Kraft der „Gegenwirkung" und nimmt sie mit Recht als ein Zeichen der Gesundheit an. Ist die Kälte so heftig, daß sie die feinen Blutäderchen zusammenzieht und die Nerventhätigkeit in der Haut lähmt, so erscheint das betroffene Glied bleich und abgestorben, ein Zeichen, daß hier bald ein Erfrieren eintreten werde. Was aber thut man in solchem Fall? Nun, das weiß wol schon Jeder, daß man solch ein Glied nur noch retten kann, wenn man es zeitig mit Schnee reibt, das heißt, es

noch einer heftigern Einwirkung der Kälte aussetzt, und dadurch einen kräftigern Reiz auf das Hervortreten der „Gegenwirkung" ausübt, um diese desto stärker hervorzuheben. — Wie stark diese hervortritt, wissen die Kinder am besten, die das Vergnügen durch den Schnee zu waten oder mit Schneebällen zu spielen, durch Frostbeulen büßen müssen, welche eben ein so starkes Zuströmen von Blut zu den erkalteten Theilen zeigen, daß eine entzündliche Röthe als „Gegenwirkung" auftritt.

Daß Kälte also eine Gegenwirkung auf die Haut hervorruft, dürfen wir hiernach als bekannt voraussetzen. Es ist aber nicht minder mit der Wärme der Fall, wenngleich diese Erscheinung nicht so auffallend hervortritt. Wer am warmen Ofen hockt, der fröstelt, sowie er sich von demselben entfernt; wer sich die Hände am Kaminfeuer erhitzt hat, empfindet ein eisiges Gefühl in denselben im sonst warmen Zimmer, wenn er sie vom Feuer entfernt. — Bei solchen und ähnlichen Fällen spielt die Gegenwirkung, wenn auch nicht ausschließlich, so doch eine bedeutende Rolle, und wie diese sowol beim kalten wie beim warmen Bade eintritt, und eine bedeutende Einwirkung auf Blut und Nerven, und somit auf den ganzen Körper veranlaßt, das wollen wir in den nächsten Abschnitten darthun.

XIII. Die warmen Bäder.

Im warmen Bade, das heißt in einem Bade von 30 Grad, geschieht vor Allem die Reinigung der Haut weit schneller und besser als im kalten, wovon sich Jeder beim Waschen der Hände oft genug überzeugt haben wird. Es

durchdringt aber auch warmes Wasser weit schneller die Haut als kaltes, weshalb jenes Eintreten oder Austreten der Flüssigkeiten aus dem Körper während des warmen Bades stärker vor sich geht.

Da ein warmes Bad auch zugleich ein Wohlbehagen für den ersten Moment erzeugt und namentlich das Gefühl der Wärme nach dem Entkleiden und dem leichten Frösteln hierbei sehr angenehm ist, so ist es dahin gekommen, daß mit Ausnahme der sehr heißen Sommermonate das warme Bad bei weitem noch gebräuchlicher ist als das kalte.

Die Wirkung des warmen Bades auf Blut und Nerven ist aber so ganz entschieden anders als die des kalten, daß es am wichtigsten gerade ist, sich hierüber eine Einsicht zu verschaffen, damit Jeder sich selber je nach seinem Zustand für das eine oder andere entscheiden könne.

Um zu dieser Einsicht zu gelangen, müssen wir noch einen besondern Umstand in der Thätigkeit unseres Leibes hervorheben; und das ist die Erzeugung der innern Wärme.

Wie bekanntlich die Umwandlung eines Eies in ein Hühnchen nicht bewerkstelligt werden kann, wenn man ihm nicht dreißig Grad Wärme zuführt, so kann auch die Umwandlung der nicht lebendigen Speisen im lebendigen Leib nicht vor sich gehen, wenn im Körper nicht dreißig Grad Wärme vorhanden sind. Ja es steht mit dem lebenden Leibe noch schlimmer. Dem Ei kann man oder muß man vielmehr von außen her Wärme zuführen, um seine Umwandlung zu veranlassen; dem menschlichen Körper würde alles Zuführen von Wärme nichts helfen, wenn diese nicht im Innern sich selber herstellte. Zum Glück ist die innere Fabrik außerordentlich thätig zur Erzeugung von Wärme, und zwar ist die Hauptquelle derselben der chemische Vorgang des Athmens, und das Blut, welches

recht eigentlich die Hauptrolle hierbei spielt, trägt die Wärme durch den ganzen Körper.

Da man aber fortwährend athmet, also einem Ofen gleicht, in welchem fortwährend eingeheizt wird, so würde unzweifelhaft ein zu hoher Grad entstehen, wenn nicht in jedem Augenblick Theile des lebendigen Leibes in uns sich wieder auflösen und absterben würden, wodurch die erzeugte Wärme verbraucht wird; und indem wir die abgestorbenen Theile aus dem Körper hinausbefördern, indem wir ausathmen und auch auf anderem Wege Stoffe aus unserem Leibe ausscheiden, vermindern wir wieder die Wärme und geben soviel weg von der Wärme als wir erzeugen.

Lebten wir nun in einer Luft, die Tag und Nacht, Jahr aus und Jahr ein dreißig Grad warm ist — was beiläufig gesagt, nicht zum Aushalten wäre — so würde die Rechnung immer stimmen. Wir leben aber nicht in einer so warmen Luft und sind auch nicht danach eingerichtet, fortdauernd in so heißer Luft zu leben; so schwach nun auch die Leitungsfähigkeit der Luft in Bezug auf Wärme ist, so sehr nimmt sie doch einen Theil der Leibeswärme fort, und wir würden selbst im Sommer erfrieren, wenn der Körper nicht mehr an Wärme fabrizirte, als er zu seinem Lebensprozeß verbraucht; und dieser Ueberschuß ist es, der durch die Haut theils mit der gasartigen Ausscheidung, theils durch den Schweiß davon geht.

Begeben wir uns nun in ein Bad, das dreißig Grad Wärme hat, so empfinden wir nach dem Frösteln während des völligen Entkleidens, wo eine Entziehung von Wärme stattgefunden hat, das Wohlbehagen der natürlichen Erwärmung. Nicht sowol die Wärme des Wassers ist es, die dies Behagen erzeugt, sondern die Wärme im Innern, die dem Wasser nichts abgiebt, weil es gleichfalls dreißig Grad warm ist. Dadurch erhöht sich für den ersten Augenblick

die Lebensthätigkeit, das Blut strömt kräftiger, der Herzschlag ist lebendiger, die Haut erröthet sich mehr, und indem die feinen Adern derselben sich reichhaltiger füllen, findet der Austausch mit dem Wasser lebhafter statt, so daß diese Seite der Wirkung eines Bades im ersten Moment besser im warmen Wasser erfüllt wird als im kalten. Allein der Andrang des Blutes nach allen Theilen der Haut bringt als Gegenwirkung eine Verminderung derselben in den innern Organen hervor. Die Wärme, die die feinen Adern der Haut ausdehnt, bringt es zu Wege, daß sie mehr Blut fassen als im gewöhnlichen Zustand und die hierdurch entstehende Verminderung des Blutes im Innern erzeugt bald entgegengesetzte Erscheinungen. Daher tritt nach diesen ersten Momenten eine Verminderung des Pulsschlages ein, es macht die empfundene Wärme bald einem Gefühl des Erkaltens Platz, so daß das Wasser, das anfangs brühend heiß schien, jetzt wie erkaltend einwirkt. Hierdurch aber tritt sowol im Athmen wie im Nervenleben eine gewisse Beruhigung ein, und wenn man das Bad nun verläßt und mit gehöriger Vorsicht Abtrocknung und Ankleiden und Abkühlung bewerkstelligt hat, wird man als Wirkung des Bades eine empfänglichere Haut, eine größere Regsamkeit ihrer Thätigkeit gewonnen haben, während bei einem Gefühl angenehmer Kühle eine Beruhigung des Blutlaufs und der Nerventhätigkeit eintritt.

Nach heftigen Aufregungen, Krämpfen, und bei bedeutenden Stockungen der Hautthätigkeit bewährt daher das warme Bad seinen Nutzen, wenn es nicht übertrieben wird; während der häufige Gebrauch eine Erschlaffung und Verweichlichung bedenklicher Art hervorbringt, die die gesammte Lebensthätigkeit bedeutend herabzustimmen vermag.

XIV. Die Gegenwirkung im kalten Bade.

Wie wir gesehen haben, ist das warme Bad gerade durch entgegengesetzte Wirkung auf den Körper vom wesentlichsten Einfluß; anstatt durch die Wärme die Lebensthätigkeit zu erhöhen, was auch im ersten Moment des Badens der Fall ist, stellt sich durch die innere Gegenwirkung bald eine Beruhigung und Ermattung ein, während die gesteigerte Haut-Ausdünstung ein Gefühl der angenehmen Kühle über den Körper verbreitet. Dieser wohlthätige Einfluß, der in vielen, namentlich krankhaften Fällen gar nicht auf anderem Wege zu erreichen ist und der dem warmen Bade seinen unschätzbaren Werth verleiht, verliert sich jedoch, sobald man zu lange im Bade verweilt oder noch höhere Grade der Wärme anwendet, was meisthin solche Badende thun, die schnell zum heißen Wasserrohr greifen zu müssen glauben, sobald sich nach den ersten Momenten des Badens das Gefühl der Wärme in ihrer Haut verliert.

Die Folgen dieser Uebertreibung sind Erhöhung der Eigenwärme des Körpers; hierdurch röthet sich die Haut, ohne daß sie unter Wasser Schweiß absondert. Der Athem wird kürzer und schwerer, der Puls voller und lebhafter, das Blut strömt nach dem Kopfe, die Schlagadern des Halses sind in heftiger Thätigkeit, es tritt ein Gefühl von Schwere und Druck im Kopfe, Schwindel, Flimmern vor den Augen ein, bis endlich das Gesicht sich mit einem heftigen Schweiß bedeckt, ohne daß dieser das Wohlgefühl herbeiführt, das sonst unter günstigen Umständen der Begleiter des Schweißes ist.

Da in Fällen dieser Art bei unvorsichtigem Benehmen nach dem Bade schlimmere Zufälle eintreten als sie vor dem Bade gewesen, so können wir als allgemeine

Regel bei Benutzung warmer Bäder das Zufüllen warmen Wassers während des Bades als schädlich bezeichnen und den Moment, wo nach dem ersten Gefühl der Erwärmung das der Kühlung sich kund giebt, als den geeignetsten betrachten, das Bad zu verlassen.

Ganz entgegengesetzt verhält es sich mit der Wirkung der kalten Bäder, worunter wir Bäder von 14 bis 17 Grad Wärme verstehen.

Begiebt man sich in solch' ein Bad, so ist die erste Wirkung derselben das Gefühl des Fröstelns, selbst in Zeiten, wo die Luft noch kälter ist als das Badewasser. Es rührt dies von der schnellern Leitung der Wärme her, welche dem Wasser in höherm Maße eigen ist als der Luft. Die Kälte bewirkt das Zusammenziehen der feinen Adern der Haut und giebt deshalb derselben ein bleiches Ansehen. Es kann sich sogar für den ersten Augenblick heftiger Schauder, Beklemmung der Brust einstellen, Athem und Puls werden langsamer, wie überhaupt die Lebensthätigkeit für einen Moment niedergedrückt wird. Die außerordentlich reich verzweigten Nerven der Haut werden von dem plötzlichen Gefühl der Kälte derart angegriffen, daß sie auf das ganze Nervensystem vorerst herabstimmend einwirken. — Aber es tritt sofort nach diesem ersten Eindruck, der für Viele etwas Abschreckendes hat, die von uns bereits besprochene Gegenwirkung ein.

Der Grund dieser Gegenwirkung ist keineswegs mit voller Bestimmtheit anzugeben. Es ist möglich, daß das aus der ganzen Haut verdrängte Blut, welches nach den innern Organen hinströmt, daselbst einen verstärkten Reiz auf die Nerven ausübt und sie zu energischer Thätigkeit anregt; es ist möglich, daß schon die bloße Entziehung der Wärme an der Oberfläche des Körpers eine kräftigere Wärme-Erzeugung als Ausgleichung im Innern hervor-

ruft und hierdurch die ganze Lebensthätigkeit erhöht; es ist endlich möglich, daß der plötzliche Eindruck auf die Hauptnerven auf die gesammte Thätigkeit des Nervensystems als Reiz wirkt, und die Gegenwirkung hervorruft; aber gleichviel, ob hier das eine oder das andere der Fall ist, oder ob alle Fälle gemeinsam wirken, es bleibt die Gegenwirkung nicht aus und giebt sich selbst bei bedeutend in ihrer Gesundheit herabgekommenen Menschen kund.

Regt und bewegt man sich im Bade, namentlich wenn man die sehr wirksamen Schwimmbewegungen macht, so fördert man die wohlthätige Gegenwirkung bedeutend und es macht das Gefühl der Kälte und des Abschreckens dem der angenehmsten Kühlung und der Behaglichkeit schnell Platz. —

Will man auch hier die Wirkung nicht übertreiben, so ist es nicht gut, zu lange im Bade zu verweilen, namentlich nicht, wenn man im Wannenbade sitzt oder wenn man im Flußbade nicht recht kräftig den Körper bewegt, wie man es beim Schwimmen thut. Wer solch' kräftiger Anstrengung nicht fähig ist, aber dennoch gern im Bade längere Zeit bleibt, der suche ein gutes Wellenbad auf, wo das an der Haut vorüberströmende Wasser eine ähnliche Wirkung wie die Körperbewegung im stehenden Wasser hervorbringt. Am besten sind die Wellen des Seebades, deren starker Schlag eine Muskelanstrengung erfordert, um sich auf den Beinen zu erhalten und so eine kräftigende Thätigkeit des Leibes erweckt.

Verläßt man nun das kalte Bad zur rechten Zeit, das heißt zur Zeit, wo die Gegenwirkung noch vorhanden ist, so wird weder Zittern noch Zähneklappern eintreten, die ein Zeichen des zu langen Badens sind; es wird sich vielmehr eine Röthung der Haut beim gehörigen Abreiben einstellen und während man auf der Haut angenehme Erwärmung,

im Innern frische Kühlung empfindet, nimmt man eine Stärkung der Nerven und der ganzen Lebensthätigkeit wahr, und fühlt sich abgehärtet gegen Einwirkungen der Witterung, die sonst nicht selten die Quelle schwerer Leiden sind.

XV. Schlußbetrachtungen.

Wir haben über die Wirkung der Bäder auf den Menschen vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus gesprochen; über den Gebrauch der Bäder kann freilich nur das eigene Wohlgefühl des Gesunden und der ärztliche Rath bei Kranken die Entscheidung treffen.

Im Allgemeinen läßt sich indessen zur Regel Folgendes aufstellen.

Menschen, die an der Lunge leiden, dürfen überhaupt nicht baden. Der Druck des Wassers, der wegen der Schwere desselben stärker ist als der Druck der Luft, ist an sich genügend, bei solchen Personen das Athmen zu erschweren. Das Ausathmen wird ihnen zu leicht werden, denn hierzu hilft der Druck des Wassers, der von außen auf den Brustkasten wirkt, während das Einathmen, bei welchem sie den Brustkasten erweitern und also das Wasser, das ihn umgiebt, verdrängen sollen, in sehr merklichem Grade erschwert wird. Dies sind schon die Beschwerden, die ihnen beim lauwarmen Bade entgegenstehen; beim kalten sowol wie beim warmen Bade treten noch die Wirkungen auf Blut und Nerven hinzu, die momentan den Blutumlauf in starkem Maße erhöhen und leicht bei Kranken dieser Art Blutsturz veranlassen, das heißt, ein Ueberfüllen der Luftröhrchen der Lunge mit Blut, das dann unter Erstickungs-Anfällen aus dem Munde strömt.

Personen, deren Beschäftigung durch den Tag sie mit Staub, Oel oder sonst mit Stoffen in Berührung bringt, welche die Schweißporen der Haut leicht verstopfen, thun am besten, wenn sie, außer dem täglichen Waschen mit Seife, welche die Eigenschaft hat, sowol das Fett des Schweißes wie von außen her kommendes Oel aufzulösen, mindestens zweimal wöchentlich ein lauwarmes Bad von 20 bis 24 Grad nehmen. Ein solcher Wärme-Grad ist hinreichend, die Reinigung der Haut zu fördern und wird weder durch Kälte noch durch Wärme eine bedeutende Umstimmung der Lebensthätigkeit hervorrufen. Regt und bewegt man sich in solchem Bade, und reibt man namentlich die Haut gut ab, so stellt sich der kleine Verlust an Wärme durch eine mäßige Erhöhung der Haut-Thätigkeit her.

Personen, die eine sitzende Lebensart führen, die geistige Beschäftigungen haben, die leicht an Unterleibsbeschwerden leiden und die öfter Schlaffheit der Glieder verspüren, thun in der Regel gut, wenn sie das kalte Baden vorziehen. Sie werden nach kurzem Gebrauch solcher Bäder die steigende Frische und Rüstigkeit empfinden, die eine erhöhete Lebensthätigkeit erzeugt und werden namentlich, unter sonst günstigen Umständen, bald an ihrem Appetit ein Kennzeichen haben, wie der Stoff-Umsatz im Körper gehoben und somit ihre ganze Körper-Beschaffenheit belebter und gekräftigter wird.

Der dauernde Gebrauch warmer Bäder hat im Allgemeinen für Gesunde nichts Empfehlenswerthes und sollte eigentlich nur auf ärztliche Anordnung in Anwendung kommen.

Dahingegen ist das kalte Bad fast durchgängig von wohlthätiger Wirkung und ein treffliches Mittel zur Erhaltung der Gesundheit. Besonders verdient es hervor-

gehoben zu werden, daß dem mannigfachen leidenden Zustande der Frauen, ihrer Nervenschwäche und deren Folgen am besten durch Gebrauch kalter Bäder vorgebeugt wird. Abgesehen davon, daß das Frauengeschlecht von der Natur schon auf Ertragung mannigfacher Leiden und Schmerzen hingewiesen ist, findet gerade in der Haut-Thätigkeit der Frauen ein erhöheter Zustand statt. Es schwitzen Frauen um ein bedeutendes mehr als Männer, wohingegen sie auf anderem Wege weniger Flüssigkeit aus dem Körper ausscheiden. Da nun einmal die Zustände bei uns so sind, daß die Frauen bei weitem leichter gekleidet gehen als Männer, und Hals, Brust, Nacken und Arme dem Spiel der Luft in oft übermäßigem Grade Preis geben, so ist die sogenannte Abhärtung, die kalte Bäder gewähren, ihnen um so nothwendiger.

Inwieweit der geregelte Gebrauch des kalten Wassers auch ein Heilmittel in Erkrankungsfällen ist, das gehört in die medizinische Wissenschaft. Von unserem Gesichtspunkt aus können wir nur sagen, daß eben so wenig wie irgend Ein gepriesenes Universal-Mittel sich als solches bewährt hat, eben so wenig auch das kalte Wasser ein solches zu sein scheint, das von allen Uebeln befreit. Wol aber ist die vernünftige Anwendung desselben und namentlich als Reizmittel auf die Haut-Thätigkeit, wie auf Blut und Nerven bereits in die Praxis gebildeter und einsichtsvoller Aerzte übergegangen und es steht wol die Zeit in Aussicht, wo die Kalt-Wasser-Kuren für gewisse Krankheitsfälle in allgemein anerkannte Anwendung kommen werden.

Zum Lobe des kalten Bades, namentlich als Mittel zur Erhaltung der Gesundheit, wollen wir schließlich noch Folgendes sagen.

Die Sorge für die Kräftigung des heranwachsenden Geschlechtes hat manches Gute bereits in's Leben gerufen,

wozu hauptsächlich das Turnen gehört. Eine Turnübung vorzüglicher Art ist das Schwimmen, sowol als Bewegung des Leibes an sich, wie als ein Mittel, die schlimmen Folgen des zu langen Verweilens im kalten Bade zu verhüten. So lange ein Schwimmer nicht ermattet, so lange wird das Verharren im kalten Bade nicht von schädlichem Einfluß sein. — Für die Jugend aber, besonders in den Entwickelungs-Jahren, ist die Abhärtung durch kalte Bäder das beste Schutzmittel gegen Laster, die im Verborgenen schleichen und eine treffliche Förderung der körperlichen Gesundheit, die stets die Grundbedingung geistiger Gesundheit ist.

Druck für Duncker & Weidling in Berlin.
F. Weidling.

Inhaltsverzeichniß.

Wandelungen und Wanderungen der Natur.

Von der Geschwindigkeit des Lichtes.

Ueber Bäder und deren Wirkung.
